



TUGAS AKHIR - KI141502

**PENERAPAN *HANDWRITING RECOGNITION*
PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE
CURSED SWORD DENGAN METODE *DECISION
TREE***

**LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK
NRP 5112100016**

**Dosen Pembimbing
Imam Kuswardayan, S.Kom., M.T.
Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT- KI141502

IMPLEMENTATION OF HANDWRITING RECOGNITION IN MAKING “ARGON AND THE CURSED SWORD” GAME USING DECISION TREE METHODS

**LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK
NRP 5112100016**

Advisor

**Imam Kuswardayan, S.Kom., M.T.
Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.**

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN *HANDWRITING RECOGNITION* PADA PEMBUATAN *GAME ARGON* AND THE CURSED SWORD DENGAN METODE *DECISION TREE*

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Rumpun Mata Kuliah Interaksi, Grafika, dan Seni
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

NRP. 5112 100 016

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Imam Kuswardayan, S.Kom., M.T.

NIP: 19761215 200312 1 001

(Pembimbing 1)

Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.

NIP: 19710428 199412 2 001

(Pembimbing 2)

SURABAYA

JULI, 2016

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

PENERAPAN *HANDWRITING RECOGNITION* PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD DENGAN METODE *DECISION TREE*

Nama Mahasiswa : Luthfi Firmansyah Soehadak
NRP : 5112 100 016
Jurusan : Teknik Informatika FTIf-ITS
Dosen Pembimbing I : Imam Kuswardayan, S.Kom., M.T.
Dosen Pembimbing II : Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.

ABSTRAK

Pada perkembangan dunia teknologi saat ini, game sudah banyak dikembangkan dalam berbagai platform, antara lain konsol, Personal Computer, dan yang paling marak diantaranya adalah game pada mobile platform. Mobile game memiliki controlling yang relatif lebih sederhana dibandingkan memainkan game pada PC dan konsol. Ada banyak jenis controlling pada mobile game, seperti tap, swipe, dan gesture. Pada perkembangannya, game dengan controlling yang menerapkan handwriting recognition belum begitu banyak dilakukan.

Argon and the Cursed Sword merupakan game dengan genre arcade yang menggunakan handwriting recognition sebagai controlling utama pada permainan. Game ini dikembangkan untuk mobile platform dengan sistem operasi Android. Untuk menerapkan handwriting recognition akan digunakan metode Decision Tree.

Hasil pengujian dari tugas akhir ini menunjukkan bahwa metode Decision Tree dapat digunakan untuk membuat handwriting recognition dengan cukup baik. Selain itu berdasarkan hasil kuesioner, game yang dikembangkan juga dinilai menarik untuk dimainkan.

Kata kunci: Handwriting Recognition, Mobile Game, Android, Metode Decision Tree.

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

IMPLEMENTATION OF HANDWRITING RECOGNITION IN MAKING “ARGON AND THE CURSED SWORD” GAME USING DECISION TREE METHODS

Student Name : Luthfi Firmansyah Soehadak
NRP : 5112 100 016
Major : Teknik Informatika FTIf-ITS
Advisor I : Imam Kuswardayan, S.Kom., M.T.
Advisor II : Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.

ABSTRACT

On the development of today's technological world, the game has been developed in a variety of platforms, including consoles, personal computers, and the most popular is the game on the mobile platform. Mobile game has a controlling that relatively simple compared to games on PC and consoles. There are many types of controlling in mobile games, such as tap, swipe and gesture. On development, game that implement handwriting recognition as controlling is not so much.

Argon and the Cursed Sword is an arcade game that uses handwriting recognition as the main controlling in the game. The game is developed for mobile platforms with Android operating system. To implement handwriting recognition the methods that will be used is Decision Tree.

The test results of this final project show that Decision Tree method can be used to make handwriting recognition quite well. In addition based on the results of questionnaires, a game developed is also considered feasible to play.

Keywords: Handwriting Recognition, Mobile Game, Android, Decision Tree Method.

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Komunikasi pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas Akhir yang berjudul “PENERAPAN *HANDWRITING RECOGNITION* PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD DENGAN METODE *DECISION TREE*” ini dapat diselesaikan atas bantuan serta dukungan banyak pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayah penulis, Imam Soehadak, dan Ibu penulis, Ratri Paringsih, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi, doa, perhatian, serta kasih sayang.
2. Kakak penulis, Faizal Ariffianto Soehadak, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan selama menyelesaikan studi penulis.
3. Bapak Imam Kuswardayan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir pertama dan yang telah memberikan arahan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Nanik Suciati selaku dosen pembimbing Tugas Akhir kedua yang dengan sabar membimbing penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Rekan-rekan dan pengelola Laboratorium Interaksi, Grafik, dan Seni yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan melakukan riset atas Tugas Akhir yang dikerjakan penulis.
6. Rekan-rekan dan sahabat-sahabat penulis angkatan 2012 yang memberikan dorongan motivasi dan doa serta segala bantuan kepada penulis.

Terima kasih kepada pihak-pihak lain yang belum disebutkan, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam menyusun Tugas Akhir ini, untuk itu segala kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan pada nantinya.

Surabaya, Juli 2016
Penulis,

Luthfi Firmansyah Soehadak

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR KODE SUMBER	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Metodologi	2
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Handwriting Recognition</i>	5
2.2 <i>Decision Tree</i>	5
2.3 Unity	6
2.4 <i>Android Software Development Kit (SDK)</i>	7
2.5 MonoDevelop.....	7
2.6 Weka.....	7
2.7 Darklings	8
2.8 Magic Touch.....	8
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	11
3.1 Analisis Sistem	11
3.1.1 Deskripsi Umum Perangkat Lunak.....	11
3.1.2 Spesifikasi Kebutuhan Fungsional.....	12
3.1.3 Spesifikasi Kebutuhan Non-Fungsional	12
3.1.4 Karakteristik Pengguna.....	12
3.2 Perancangan Sistem.....	13
3.2.1 Perancangan Alur Permainan.....	13

3.2.2	Perancangan Antarmuka Pengguna	17
3.2.3	Perancangan Kontrol Permainan.....	24
3.2.4	Perancangan Algoritma.....	25
BAB IV IMPLEMENTASI.....		39
4.1	Lingkungan Implementasi	39
4.2	Implementasi Antarmuka.....	39
4.2.1	Implementasi Antarmuka Menu Utama	39
4.2.2	Implementasi Antarmuka <i>Store</i>	41
4.2.3	Implementasi Antarmuka Menu Pemilihan <i>Stage</i>	42
4.2.4	Implementasi Antarmuka Tutorial	43
4.2.5	Implementasi Antarmuka <i>Gameplay</i>	43
4.2.6	Implementasi Antarmuka Hasil Permainan	45
4.3	Implementasi <i>Algoritma</i>	46
4.3.1	Implementasi Ekstraksi Fitur tulisan tangan.....	46
4.3.2	Implementasi <i>Testing</i> data baru pada <i>Decision Tree</i>	52
BAB V PENGUJIAN DAN EVALUASI		55
5.1	Lingkungan Uji Coba	55
5.2	Pengujian Aplikasi.....	55
5.2.1	Skenario Pengujian Fungsionalitas	55
5.2.2	Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi	56
5.2.3	Pengujian Terhadap Pengguna.....	63
5.3	Evaluasi Pengujian.....	64
5.3.1	Evaluasi Pengujian Fungsionalitas.....	64
5.3.2	Evaluasi Pengujian Terhadap Pengguna	65
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		67
6.1.	Kesimpulan	67
6.2.	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN A. KUESIONER.....		71
BIODATA PENULIS.....		81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh <i>Decision Tree</i>	6
Gambar 3.1 FSM Aturan Main.....	15
Gambar 3.2 FSM <i>State</i> Pemain	16
Gambar 3.3 FSM <i>State</i> Monster.....	16
Gambar 3.4 Rancangan Antarmuka Menu Utama Saat Pertama Kali Bermain	18
Gambar 3.5 Rancangan Antarmuka Menu Utama Saat Sudah Pernah Bermain	19
Gambar 3.6 Rancangan Antarmuka Menu Utama Dengan Menu Option Yang Terbuka.....	19
Gambar 3.7 Rancangan Antarmuka <i>Store</i>	20
Gambar 3.8 Rancangan Antarmuka Pemilihan Area	21
Gambar 3.9 Rancangan Antarmuka Pemilihan Level	21
Gambar 3.10 Rancangan Antarmuka Tutorial.....	22
Gambar 3.11 Rancangan Antarmuka <i>Gameplay</i>	23
Gambar 3.12 Rancangan Antarmuka Permainan Saat <i>Pause</i>	23
Gambar 3.13 Rancangan Antarmuka Hasil Permainan Kalah	24
Gambar 3.14 Rancangan Antarmuka Hasil Permainan Menang	25
Gambar 3.15 (a) Titik Yang Diambil Pada <i>Unity</i> . (b) 11 Titik Sampel.....	26
Gambar 3.16 Alur Pencarian Titik Sampel	28
Gambar 3.16 Contoh Simbol Yang Memiliki Lingkaran	29
Gambar 3.16 Ilustrasi Perpotongan Garis	29
Gambar 3.17 Alur Pencarian Lingkaran Pada Simbol	30
Gambar 3.17 Contoh Perhitungan Perubahan Arah Terhadap Sumbu Y.....	31
Gambar 3.17 Alur Perhitungan Perubahan Arah Terhadap Sumbu Y	32
Gambar 3.18 Ilustrasi Perhitungan Sudut.....	33
Gambar 3.19 Gambar 8 Simbol.....	35
Gambar 3.20 Hasil <i>Decision Tree</i>	36
Gambar 3.21 Alur Pengenalan Tulisan Tangan	37

Gambar 4.1 Antarmuka Menu Utama saat pertama kali bermain	40
Gambar 4.2 Antarmuka Menu Utama saat sudah pernah bermain	40
Gambar 4.3 Antarmuka Menu Utama saat Option Panel Terbuka	41
Gambar 4.4 Antarmuka <i>Store</i>	41
Gambar 4.5 Antarmuka Menu Pemilihan Area	42
Gambar 4.6 Antarmuka Menu Pemilihan Level	42
Gambar 4.7 Antarmuka Tutorial	43
Gambar 4.8 Antarmuka <i>Gameplay</i>	44
Gambar 4.9 Antarmuka Permainan saat <i>Pause</i>	44
Gambar 4.10 Antarmuka Hasil Permainan Kalah	45
Gambar 4.11 Antarmuka Hasil Permainan Menang	46
 Gambar 5.1 Kondisi Awal Uji Coba Permainan Menang	57
Gambar 5.2 Kondisi Akhir Uji Coba Permainan Kalah	57
Gambar 5.3 Kondisi Awal Uji Coba Permainan Kalah.....	58
Gambar 5.4 Kondisi Akhir Uji Coba Permainan Kalah	59
Gambar 5.5 Kondisi Awal Uji Coba Menggambar Simbol Benar	60
Gambar 5.6 Kondisi Akhir Uji Coba Menggambar Simbol Benar	60
Gambar 5.7 Kondisi Awal Uji Coba Menggambar Simbol Salah	62
Gambar 5.8 Kondisi Akhir Uji Coba Menggambar Simbol Salah	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Karakteristik Pengguna	12
Tabel 3.2 Tingkat Kesulitan Tiap <i>Stage</i>	14
Tabel 3.3 Karakteristik Monster	14
Tabel 3.4 Daftar <i>Skill</i>	17
Tabel 4.4.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak	39
Tabel 5.1 Lingkungan Ujicoba Perangkat Lunak	55
Tabel 5.2 Hasil Uji Coba Permainan Menang	56
Tabel 5.3 Hasil Uji Coba Permainan Kalah	58
Tabel 5.4 Hasil Uji Coba Menggambar Simbol Benar	59
Tabel 5.5 Hasil Uji Coba Menggambar Simbol Salah	61
Tabel 5.6 Kuesioner Pengguna	63
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Fungsionalitas	64
Tabel 5.8 Kuesioner Pengguna	65

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 4.1 Pengambilan Titik	47
Kode Sumber 4.2 Menghitung Panjang Simbol	48
Kode Sumber 4.3 Menentukan Koordinat Dari Tiap Titik Sampel	49
Kode Sumber 4.4 Menentukan Ada Tidaknya Lingkaran Pada Simbol	50
Kode Sumber 4.5 Menentukan Jumlah Perubahan Arah Terhadap Sumbu Y	51
Kode Sumber 4.6 Menghitung Sudut Antara Garis Dengan Sumbu X	52
Kode Sumber 4.7 Fungsi <i>Decision Tree</i>	53

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan garis besar Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, tujuan dan manfaat pembuatan, rumusan dan batasan permasalahan, metodologi pembuatan Tugas Akhir, serta sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan dunia teknologi permainan saat ini, *game* sudah banyak dikembangkan dalam berbagai *platform*, antara lain konsol (PS, 3DS, dan lain-lain), *Personal Computer* (PC), dan yang paling marak diantaranya adalah *game* pada *mobile platform*. Permainan *mobile* banyak diminati karena mudah untuk dibawa kemanapun dan praktis penggunaannya. Selain itu *mobile game* memiliki *controlling* yang relatif lebih sederhana dibandingkan memainkan *game* pada PC dan konsol. Beberapa contoh *controlling* yang ada pada *mobile game* adalah dengan menggunakan *tap*, *slide*, *sensor gyroscope*, *handwriting recognition*, dan lain sebagainya. Pada perkembangannya, *controlling* dengan menerapkan teknologi *handwriting recognition* belum begitu banyak dilakukan. Oleh karena itu penulis ingin lebih mendalami pembuatan *game* menerapkan *handwriting recognition*.

Handwriting recognition adalah kemampuan komputer untuk menerima dan menafsirkan input tulisan tangan yang dapat dimengerti dari sumber seperti dokumen kertas, foto, layar sentuh dan perangkat lainnya. Belum banyak permainan yang menggunakan *handwriting recognition* sebagai interaksi dalam permainan. Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah *game* bergenre *arcade* dengan menggunakan *controlling* tersebut.

Banyak metode yang dapat digunakan dalam pembuatan teknologi *handwriting recognition*, beberapa metode tersebut antara lain *Decision Tree*, *Neural Network*, *Random Forest*, dan lainnya. Pada tugas akhir ini, metode yang akan digunakan untuk membuat *handwriting recognition* adalah *Decision Tree*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *gameplay* dan level pada *game* Argon and the Cursed Sword?
2. Bagaimana merancang *handwriting recognition* dengan menggunakan metode *Decision Tree*?
3. Bagaimana menerapkan permasalahan-permasalahan di atas pada *game engine* Unity?

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini memiliki beberapa batasan, di antaranya sebagai berikut:

1. Tulisan tangan yang dapat dikenali adalah tulisan tangan dengan satu goresan.
2. Aplikasi hanya dapat mengenali 8 simbol yang telah ditentukan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk membangun aplikasi permainan bergenre *arcade* pada perangkat berbasis Android yang menggunakan *handwriting recognition* sebagai *controlling* dengan metode *Decision Tree*.

1.5 Manfaat

Tugas Akhir ini diharapkan dapat menghasilkan aplikasi permainan bergenre *arcade* dengan *controlling* yang sederhana dan menarik untuk dimainkan.

1.6 Metodologi

Pembuatan tugas akhir dilakukan menggunakan metodologi sebagai berikut:

A. Studi literatur

Pada tahap ini, akan dicari studi literatur yang relevan untuk dijadikan referensi dalam pengerjaan tugas akhir mengenai *Handwriting Recognition*, Metode *Decision Tree*, Unity, Android SDK, dan Weka.

B. Perancangan perangkat lunak

Analisis dan perancangan dalam pembuatan *Game Argon and the Cursed Sword* antara lain sebagai berikut :

- a. Perancangan *Decision Tree* dalam pembuatan *handwriting recognition*.
- b. Perancangan tingkat kesulitan.
- c. Perancangan *gameplay*.

C. Implementasi dan pembuatan sistem

Pembangunan aplikasi akan dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C#, MonoDevelop sebagai IDE, Android SDK untuk SDK utama, dan Unity sebagai *game engine*.

D. Uji coba dan evaluasi

Pengujian yang akan dilakukan pada aplikasi yang dikembangkan adalah pengujian fungsionalitas. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengukur tingkat fungsionalitas aplikasi oleh pengguna. Untuk melakukan pengujian, akan dilakukan survei kepada beberapa pemain.

E. Penyusunan laporan tugas akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan yang berisi dasar teori, dokumentasi dari perangkat lunak, dan hasil-hasil yang diperoleh selama pengerjaan tugas akhir.

1.7 Sistematika Penulisan

Buku tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, yang dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan dan batasan permasalahan, tujuan dan manfaat pembuatan tugas akhir, metodologi yang digunakan, dan sistematika penyusunan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas dasar pembuatan dan beberapa teori penunjang yang berhubungan dengan pokok pembahasan yang mendasari pembuatan tugas akhir ini.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas analisis dari sistem yang dibuat meliputi analisis permasalahan, deskripsi umum perangkat lunak, spesifikasi kebutuhan, dan identifikasi pengguna. Kemudian membahas rancangan dari sistem yang dibuat meliputi antarmuka, rancangan alur permainan dan rancangan algoritma.

BAB IV IMPLEMENTASI

Bab ini membahas implementasi dari rancangan sistem yang dilakukan pada tahap perancangan. Penjelasan implementasi meliputi implementasi antarmuka permainan dan implementasi *handwriting recognition*.

BAB V PENGUJIAN DAN EVALUASI

Bab ini membahas pengujian dari aplikasi yang dibuat dengan melihat keluaran yang dihasilkan oleh aplikasi dan evaluasi untuk mengetahui kemampuan aplikasi.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan serta saran untuk pengembangan aplikasi selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang menjadi dasar dari pembuatan tugas akhir. Teori-teori tersebut adalah mengenai *handwriting recognition*, Metode *Decision Tree*, *Unity*, *Android SDK*, *MonoDeveleop*, dan *Weka*.

2.1 *Handwriting Recognition*

Handwriting recognition atau pengenalan tulisan tangan adalah kemampuan komputer untuk menerima dan menafsirkan input tulisan tangan yang dapat dimengerti dari sumber seperti dokumen kertas, foto, layar sentuh dan perangkat lainnya. Ada 2 jenis *handwriting recognition* yaitu, *off-line recognition* dan *on-line recognition*. *Off-line recognition* merupakan pengenalan teks tulisan dari sebuah gambar dan merubahnya ke bentuk teks yang dapat diolah pada komputer. Sedangkan *on-line recognition* merupakan pengenalan teks yang ditulis dengan pada *special digitizer* atau *PDA* [1].

2.2 *Decision Tree*

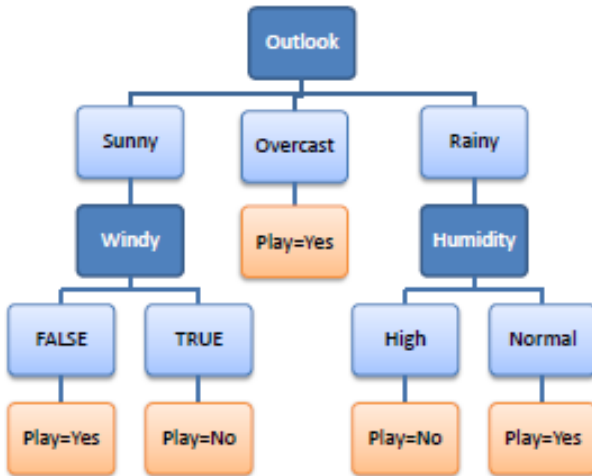
Decision Tree merupakan salah satu metode klasifikasi pada *Data Mining*. Klasifikasi sendiri adalah suatu proses menemukan kumpulan pola atau fungsi-fungsi yang mendeskripsikan dan memisahkan kelas data satu dengan lainnya, agar dapat digunakan untuk memprediksi data yang belum memiliki kelas data tertentu.

Beberapa langkah yang dilakukan untuk melakukan klasifikasi pada metode ini adalah :

1. Menghitung nilai *entropy* dari masing-masing atribut.
2. Memisah dataset untuk tiap atribut dan menghitung *gain* dari masing – masing atribut.
3. Memilih atribut dengan *information gain* terbesar sebagai *decision node*.

4. Buat cabang dari tree dengan ketentuan atribut dengan entropy 0 akan menjadi *leaf node*. Sedangkan *node* dengan dengan *entropy* lebih dari 0 perlu dijabarkan lagi [2] .

Berikut ini adalah contoh *Decision Tree* yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh *Decision Tree*

2.3 Unity

Unity adalah sebuah *game engine* yang berbasis *cross-platform*. Unity dapat digunakan untuk membuat *game* yang bisa dimainkan pada perangkat *desktop* (seperti Windows, Mac), pada perangkat *mobile* (seperti Android, iOS, Windows phone 8), konsol, hingga *web*. Bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk *scripting* pada Unity antara lain C#, Javascript, dan Boo.

Unity menyediakan 2 macam lisensi untuk para penggunanya yaitu lisensi *free* dan *pro*. Unity *free version* memang dapat digunakan untuk mengembangkan *game* dengan kualitas yang baik namun lebih banyak keuntungan didapatkan oleh pengguna jika

menggunakan *Unity pro* karena fitur yang disajikan lebih banyak dan lebih lengkap dibandingkan dengan *free version* [3].

2.4 Android Software Development Kit (SDK)

Android *Software Development Kit* atau biasa disingkat dengan Android SDK merupakan sebuah *tools* mengenai *Application Programming Interface* (API) yang digunakan untuk pengembangan aplikasi pada perangkat Android. Android SDK digunakan apabila akan melakukan *build game* ke dalam format APK [4].

2.5 MonoDevelop

MonoDevelop adalah suatu *Integrated Development Environment* (IDE) yang bersifat *open source* untuk Linux, OS X dan Windows. MonoDevelop memiliki fitur yang hampir sama pada NetBeans, Microsoft Visual Studio seperti *automatic code completion*, *source control*, dan sebagainya. Beberapa bahasa pemrograman yang didukung MonoDevelop antara lain, Boo, C, C++, C#, CIL, D, F#, Java, Oxygene, Vala, dan Visual Basic .NET [5].

2.6 Weka

Weka merupakan software *data mining* yang dikembangkan oleh Universitas Waikato yang bertempat di New Zealand dengan penggunaan bahasa yaitu Java. Pada Weka terdapat sejumlah koleksi algoritma *machine learning* untuk menyelesaikan permasalahan *data mining*. Algoritma tersebut dapat langsung diaplikasikan pada dataset atau dapat dipanggil dalam Java Code milik pengguna. Weka juga memiliki *tools* yang dapat digunakan untuk pre-processing, klasifikasi, regresi, klustering, association rule, dan visualisasi data [6].

2.7 Darklings

Darklings merupakan sebuah *game* dengan genre *arcade* yang dikembangkan oleh MildMania dan dikeluarkan pada 27 November 2013. Tujuan dari *game* ini adalah untuk mengalahkan musuh dengan menggambar simbol yang muncul pada kepala monster. Pemain berperan sebagai Lum yang harus menghancurkan semua makhluk jahat [7].



Gambar 2.2 Antarmuka Darklings

2.8 Magic Touch

Magic Touch merupakan sebuah *game* dengan genre *arcade* yang dikembangkan oleh Nitrome dan dikeluarkan pada tahun 2007. Pemain berperan sebagai seorang penyihir yang berusaha untuk menghentikan ksatria dalam mencapai kastil. Pada *game* ini para ksatria yang merupakan musuh pemain akan jatuh dari atas dan pemain harus menggambar simbol yang sesuai pada balon ksatria sebelum mereka mencapai tanah kastil [8].



Gambar 2.3 Antarmuka Magic Touch

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis dan perancangan yang akan digunakan untuk membangun aplikasi. Analisis terdiri dari deskripsi umum perangkat lunak, spesifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional serta karakteristik pengguna. Sedangkan perancangan terdiri dari perancangan antarmuka, perancangan kontrol permainan, perancangan alur permainan, dan perancangan algoritma.

3.1 Analisis Sistem

Pada Subbab ini akan dibahas mengenai analisis sistem yang meliputi deskripsi umum perangkat lunak, spesifikasi kebutuhan fungsional, spesifikasi kebutuhan non-fungsional, dan karakteristik pengguna.

3.1.1 Deskripsi Umum Perangkat Lunak

Aplikasi yang akan dikembangkan adalah sebuah permainan 2D dengan genre *arcade*. Permainan dengan judul “Argon and the Cursed Sword” ini akan dikembangkan untuk perangkat Android. Kontrol input dari permainan ini akan menggunakan *handwriting recognition* atau pengenalan tulisan tangan, di mana pemain diharuskan menulis / menggambar sebuah simbol yang muncul pada layar *smartphone* untuk dapat memainkan permainan tersebut.

Pada permainan ini pemain berperan sebagai Argon, seorang ksatria yang ditugaskan oleh raja untuk menjaga kotak persediaan dari serangan monster. Terdapat sejumlah monster yang harus dikalahkan pemain hingga pemain dinyatakan menang di setiap level. Untuk mengalahkan monster – monster di dalam permainan, pemain harus menggambar sebuah simbol yang ada pada tubuh monster. Selain itu, pemain dapat menggunakan *skill* yang dapat memudahkan pemain untuk mengalahkan monster.

3.1.2 Spesifikasi Kebutuhan Fungsional

Berdasarkan deskripsi umum sistem yang telah dijelaskan sebelumnya maka didapatkan kebutuhan fungsional dari aplikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi dapat melakukan pengenalan (*recognition*) terhadap 8 simbol yang digambar oleh pemain.
2. Pemain dapat memilih dan memainkan level yang diinginkan.
3. Pemain dapat menggunakan *skill* pada permainan.
4. Pemain dapat membeli *skill* pada permainan

3.1.3 Spesifikasi Kebutuhan Non-Fungsional

Terdapat beberapa kebutuhan non-fungsional yang dapat meningkatkan kualitas dari aplikasi ini. Berikut adalah daftar kebutuhan non-fungsional antara lain:

1. Aplikasi permainan akan optimal dengan menggunakan layar dengan aspek rasio 16:9.
2. Perangkat Android yang digunakan minimal memiliki kapasitas penyimpanan sebesar 70 MB dan RAM minimal 2 GB.

3.1.4 Karakteristik Pengguna

Berdasarkan deskripsi umum diatas, maka dapat diketahui bahwa pengguna yang akan menggunakan aplikasi ini hanya ada satu orang yaitu pemain. Karakteristik pengguna tercantum dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakteristik Pengguna

Nama Aktor	Tugas	Hak Akses Aplikasi	Kemampuan yang harus dimiliki
Pemain	Menyelesaikan <i>stage</i> permainan	Memainkan permainan	Tidak ada

3.2 Perancangan Sistem

Tahap perancangan dalam subbab ini dibagi menjadi beberapa bagian antara lain perancangan antarmuka, perancangan alur permainan (digambarkan dalam *Finite State Machine*), perancangan kontrol permainan, dan perancangan algoritma pengenalan tulisan.

3.2.1 Perancangan Alur Permainan

Pada permainan ini pemain berperan sebagai Argon, ksatria yang diberi tugas oleh sang Raja untuk menjaga kotak persediaan. Terdapat tiga area dengan masing-masing sepuluh level yang bisa dimainkan oleh pemain. Untuk memulai permainan, pemain mula-mula harus menekan tombol *Play*, kemudian akan muncul tampilan menu pemilihan area. Pada menu ini, pemain memilih salah satu area. Setelah memilih area, akan muncul tampilan menu pemilihan level untuk memilih satu dari sepuluh level yang tersedia. Setelah pemain memilih level yang ingin dimainkan, permainan akan dimulai.

Tiap level yang dapat dimainkan memiliki tingkat kesulitan yang berbeda-beda. Tingkat kesulitan akan meningkat seiring jauhnya level yang dimainkan. Ada beberapa hal yang mempengaruhi tingkat kesulitan dalam tiap level, seperti jumlah monster yang harus dikalahkan, kecepatan awal tiap monster, *spawn range*, dan tipe monster yang muncul. *Spawn Range* menunjukkan waktu jeda atau *delay* munculnya tiap monster. Tabel 3.2 menunjukkan perubahan tingkat kesulitan untuk tiap level. Ada beberapa jenis monster yang dapat muncul ketika permainan berlangsung. Tiap monster memiliki kecepatan dasar dan *health point* (hp) yang berbeda. Health poin menunjukkan daya tahan monster terhadap serangan pemain. Monster dengan hp 1 akan langsung kalah hanya dengan 1 serangan, sedangkan monster dengan hp 2 akan kalah setelah menerima 2 kali serangan pemain. Karakteristik tiap monster dapat dilihat pada Tabel 3.3.

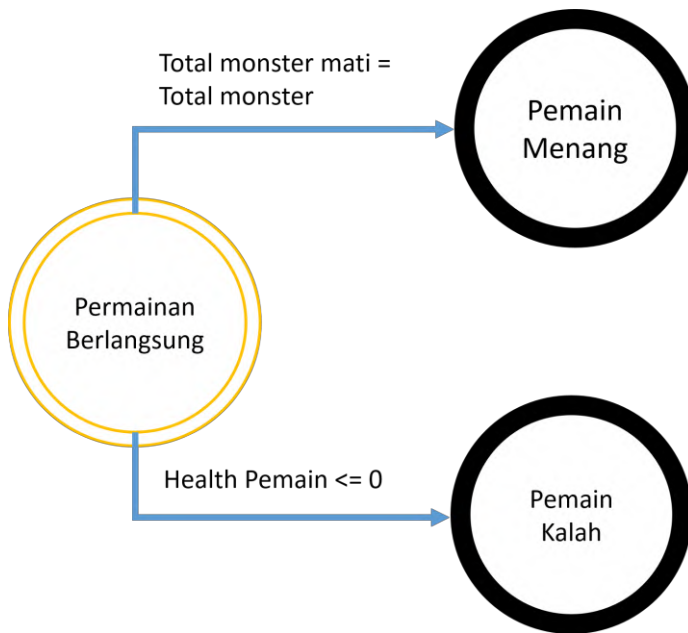
Tabel 3.2 Tingkat Kesulitan Tiap Stage

Area		Level	Total monster	Spawn range	Kecepatan awal	Jenis monster
Forest		1	7	1.5-2.5	+0	0
Forest		2	23	1.5-2.5	+0	0
Forest		3	30	1.5-2	+0	0
Forest		4	35	1.5-2	+0	0
Forest		5	40	1-1.5	+15	0, 1
Forest		6	45	0.5-2	+15	0, 1
Forest		7	45	1-1.5	+15	0, 1
Forest		8	55	1-1.5	+30	0, 1
Forest		9	55	0.7-1.3	+30	0, 1
Forest		10	55	0.7-1.3	+30	0, 1

Tabel 3.3 Karakteristik Monster

Jenis Monster (ID)	Kecepatan dasar	<i>Health Point</i>
0	70	1
1	55	2

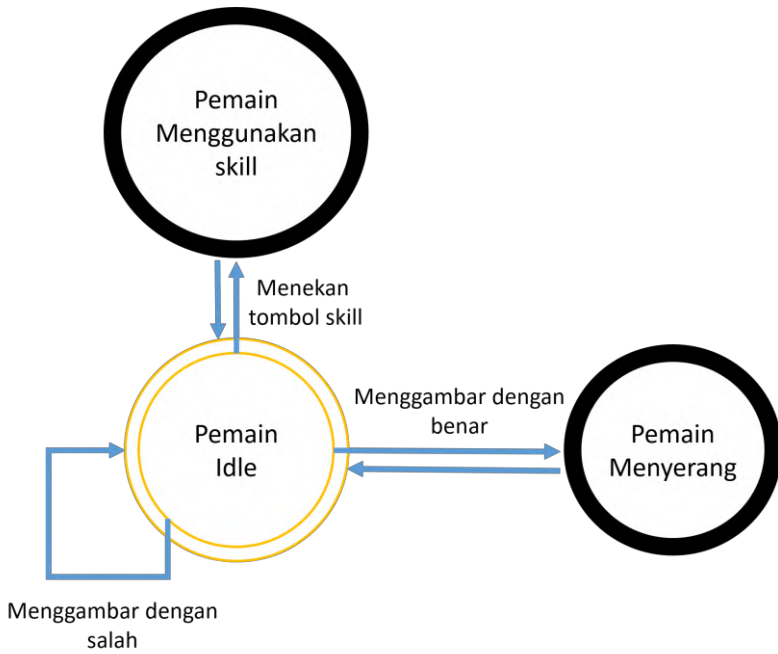
Pada saat permainan berlangsung, pemain harus mengalahkan monster dalam jumlah tertentu. Jika pemain dapat mengalahkan monster - monster tersebut maka pemain akan dinyatakan menang dan dapat melanjutkan ke level berikutnya. Kotak persediaan yang harus dijaga hanya bisa bertahan dari serangan monster sebanyak tiga kali. Jika monster berhasil mencapai kotak persediaan dan menyerang sebanyak tiga kali maka kotak akan hancur dan pemain dinyatakan kalah. Alur dapat digambarkan dengan FSM diagram pada Gambar 3.1.



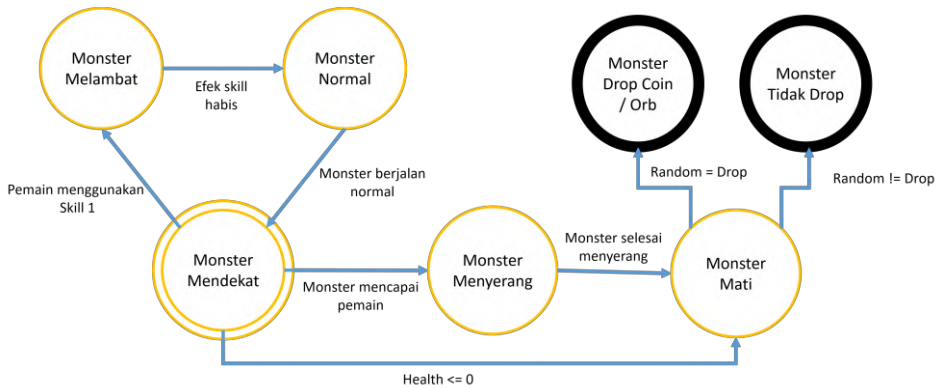
Gambar 3.1 FSM Aturan Main

Untuk melakukan serangan ke monster, pemain harus menggambar simbol yang sesuai dengan simbol pada tubuh monster. Selain melakukan serangan biasa, pemain dapat menggunakan *skill* untuk mempermudah dalam mengalahkan monster. *State* dari pemain dapat digambarkan dengan FSM diagram pada Gambar 3.2. *Health Point* (HP) monster yang terkena serangan pemain akan berkurang. Jika HP monster habis, monster akan mati. Monster yang kalah memiliki kemungkinan untuk menjatuhkan *gold* dan *magic orb*. *State* dari monster dapat digambarkan dengan FSM diagram pada Gambar 3.3.

Ada 3 macam *skill* yang dapat dipelajari dalam permainan. *Skill* tersebut antara lain, *Slow Motion*, *Blade Wall*, dan *Tyrfing Rage*. Detail fungsi dari tiap *skill* dapat dilihat pada Tabel 3.4.



Gambar 3.2 FSM State Pemain



Gambar 3.3 FSM State Monster

Tabel 3.4 Daftar Skill

Nama Skill	Fungsi	Orb yang dibutuhkan	Gold
Slow Motion	Memperlambat gerakan monster	1	2000
Blade Wall	Mengeleuarkan dinding sihir yang dapat mengalahkan monster yang mneyentuhnya	2	4000
Tyrfing Rage	Mengalahkan semua monster yang ada dilayar	3	6000

Sebelum dapat menggunakan kemampuan ini pemain harus terlebih dahulu membelinya pada *Store*. Untuk membeli suatu *skill*, pemain membutuhkan *gold* (mata uang dalam permainan) yang bisa didapat dari mengalahkan monster. Skill yang telah dipelajari pemain dapat digunakan dalam permainan dengan menggunakan *orb*. Pemain dapat memperoleh *orb* dari mengalahkan musuh dan membeli pada *Store*.

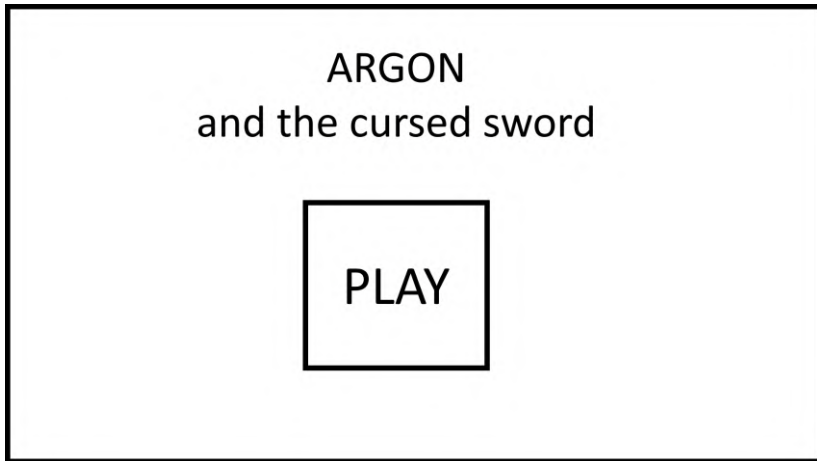
3.2.2 Perancangan Antarmuka Pengguna

Subbab ini membahas bagaimana rancangan antarmuka pengguna yang akan digunakan untuk tugas akhir. Rancangan antarmuka yang dibahas meliputi ketentuan masukan dan rancangan jendela tampilan. Dalam aplikasi ini terdapat beberapa tampilan, yaitu Menu Utama, *Store*, Menu Pemilihan *Stage*, Tutorial, *Gameplay*, dan Hasil Permainan.

3.2.2.1 Rancangan Antarmuka Menu Utama

Tampilan Menu Utama merupakan tampilan yang akan muncul setelah *splash screen*. Ada 2 macam tampilan Menu Utama, yang pertama adalah Menu Utama saat pertama kali pemain memainkan permainan. Pada tampilan ini hanya terdapat judul *game*

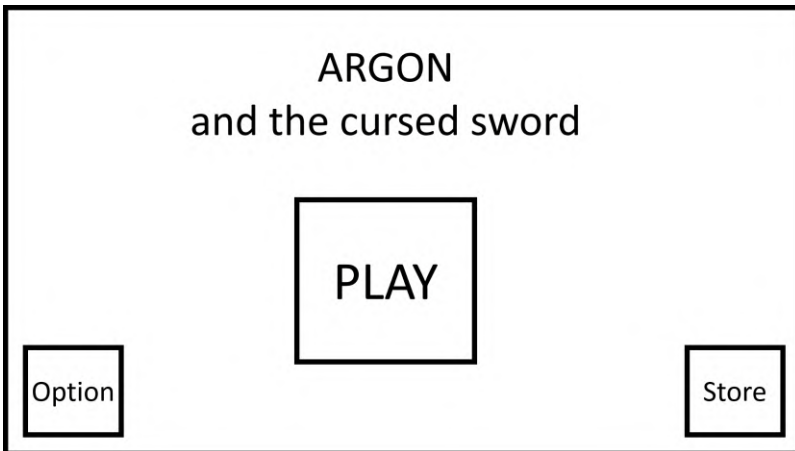
dan tombol *Play* untuk memulai permainan. Tampilan ditunjukkan pada Gambar 3.4.



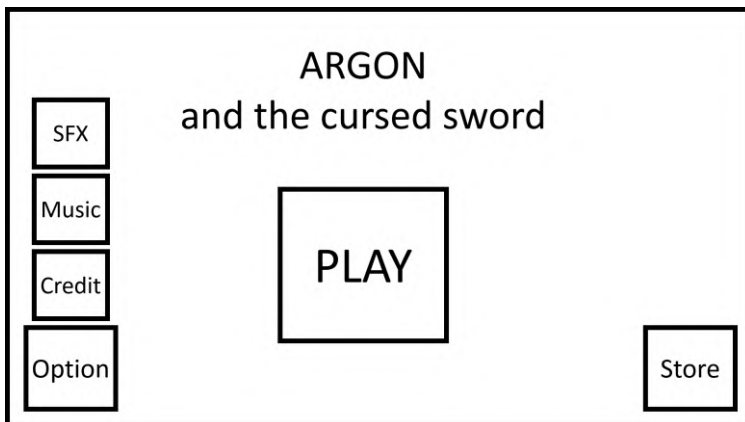
Gambar 3.4 Rancangan Antarmuka Menu Utama Saat Pertama Kali Bermain

Tampilan Menu Utama yang kedua adalah ketika pemain sudah pernah memainkan permainan ini sebelumnya. Pada tampilan ini, tidak hanya terdapat judul *game* dan tombol *Play*, namun juga ada tombol *Store* untuk membuka *Store* dan tombol *Option* untuk membuka panel *option*. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Saat tombol *Option* ditekan, akan muncul 3 tombol tambahan. Tombol – tombol tersebut antara lain tombol *Credit* untuk membuka informasi tentang pengembang aplikasi, tombol *Music* untuk mematikan atau menyalakan musik permainan, dan tombol *SFX* untuk mematikan dan menyalakan efek suara permainan. Tampilan ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.5 Rancangan Antarmuka Menu Utama Saat Sudah Pernah Bermain

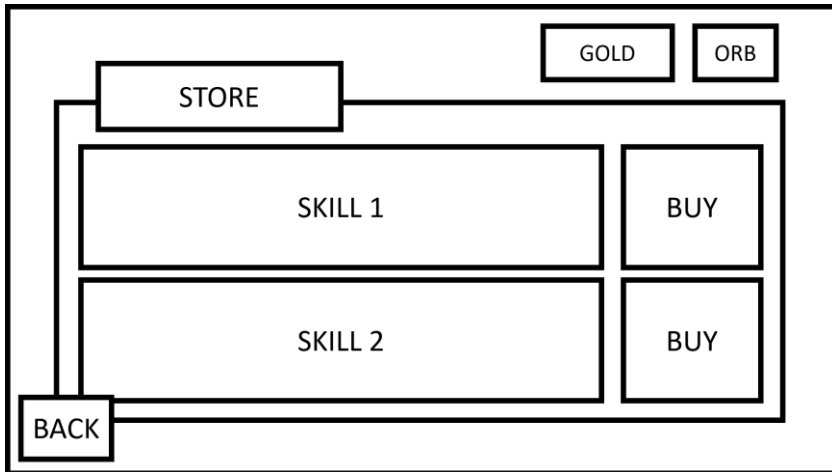


Gambar 3.6 Rancangan Antarmuka Menu Utama Dengan Menu Option Yang Terbuka

3.2.2.2 Tampilan *Store*

Tampilan *Store* merupakan tampilan yang akan muncul ketika tombol *Store* pada Menu Utama ditekan. Pada menu ini,

terdapat keterangan jumlah *gold* yang dimiliki pemain, jumlah *magic orb* yang dimiliki, daftar *skill* yang bisa dipelajari, tombol *Buy* untuk membeli pada setiap *skill*, dan tombol *Back* untuk kembali ke Menu Utama. Tampilan ditunjukkan pada Gambar 3.7.

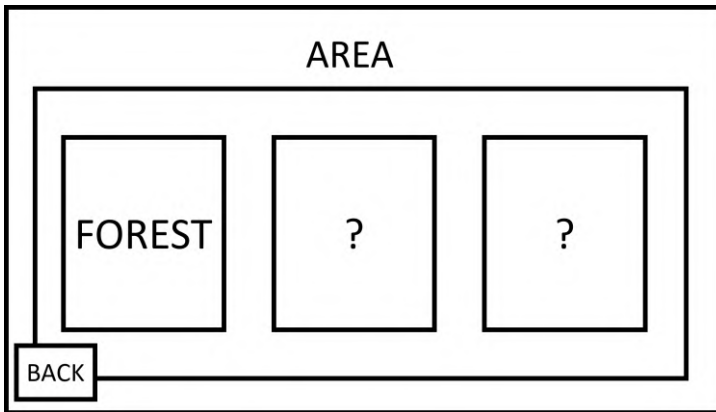


Gambar 3.7 Rancangan Antarmuka Store

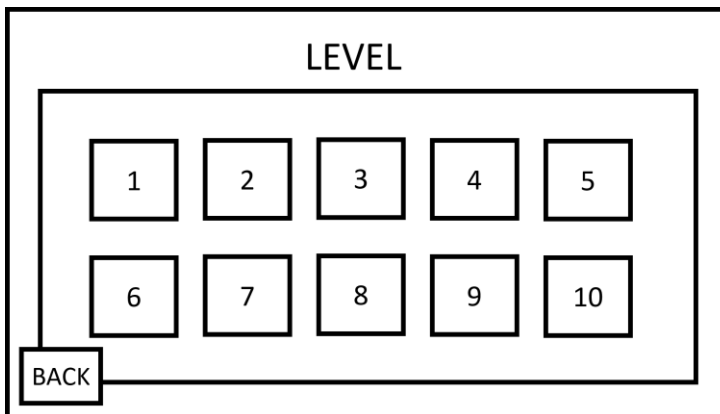
3.2.2.3 Tampilan Menu Pemilihan Stage

Tampilan Menu Pemilihan *Stage* merupakan tampilan yang akan muncul ketika pemain menekan tombol *Play* pada Menu Utama. Terdapat dua bagian tampilan pada menu ini. Tampilan yang pertama adalah menu untuk memilih area. Terdapat tiga tombol Area yang dapat dipilih pemain dan sebuah tombol *Back* untuk kembali ke Menu Utama. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Tampilan yang kedua adalah tampilan pemilihan level. Menu ini akan muncul setelah pemain memilih area pada tampilan pemilihan area. Terdapat 10 (sepuluh) tombol Level yang dapat dipilih oleh pemain dan sebuah tombol *Back* untuk kembali ke menu pemilihan area. Tampilan ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Rancangan Antarmuka Pemilihan Area

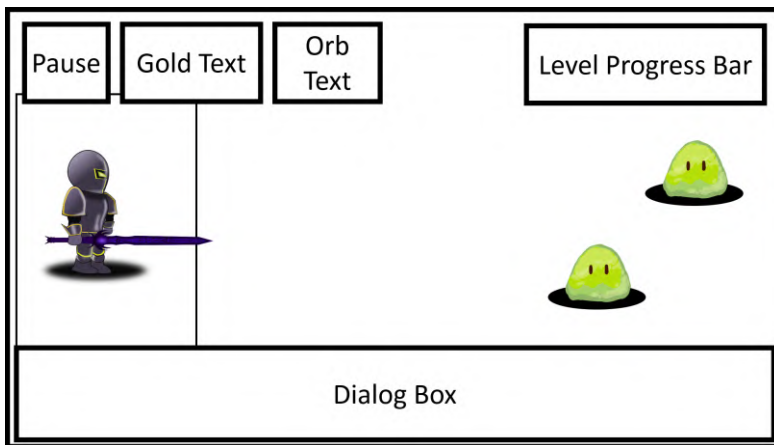


Gambar 3.9 Rancangan Antarmuka Pemilihan Level

3.2.2.4 Tampilan Tutorial

Tampilan Tutorial merupakan tampilan saat pemain memainkan *stage* tutorial. Pada tampilan ini, terdapat *Dialog Box* yang berisi cerita dan instruksi yang harus dilakukan pemain untuk memainkan permainan, penjelasan mengenai *Level Progress Bar* yang menunjukkan berapa banyak monster yang harus dikalahkan,

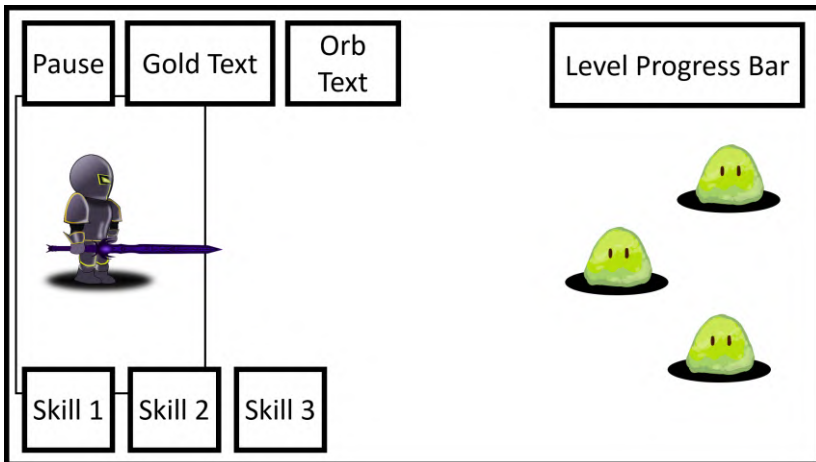
Gold Text yang menunjukkan jumlah *gold* yang pemain dapatkan selama permainan, *Orb Text* yang menunjukkan jumlah *orb* yang dimiliki oleh pemain, tiga tombol *Skill* yang berfungsi untuk mengeluarkan *skill* yang berbeda-beda, tombol *Pause* untuk melakukan *pause* atau pemberhentian sejenak pada *game*, dan Argon yang merupakan avatar dari pemain serta monster yang harus dikalahkan. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rancangan Antarmuka Tutorial

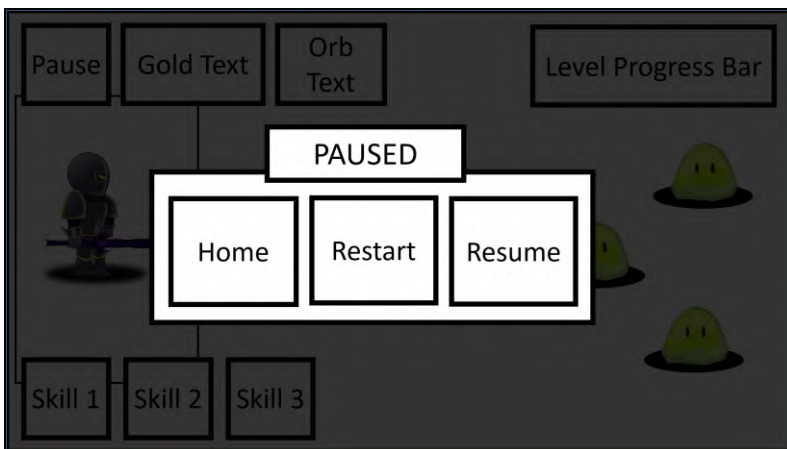
3.2.2.5 Tampilan *Gameplay*

Tampilan *Gameplay* merupakan tampilan saat pemain memainkan *stage* selain *stage* tutorial. Permainan akan dimulai setelah pemain memilih level (selain level 1 area *Forest*) pada Menu Pemilihan *Stage*. Pada tampilan ini terdapat elemen – elemen yang hampir sama dengan Tutorial antara lain terdapat *Level Progress Bar*, *Gold Text*, *Orb Text*, tombol *Pause*, tombol *skill*, Argon dan monster. Perbedaan terletak pada tidak adanya *dialog box* yang berisi instruksi pada tampilan *Gameplay*. Tampilan ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rancangan Antarmuka *Gameplay*

Seperti pada saat tutorial, saat ditengah permainan pemain dapat melakukan *pause game*. Terdapat 3 tombol pada panel *pause*, tombol *Resume* untuk melanjutkan permainan, tombol *Restart* untuk mengulangi *stage* yang sama dari awal dan tombol *Home* untuk kembali ke Menu Utama. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 3.12.

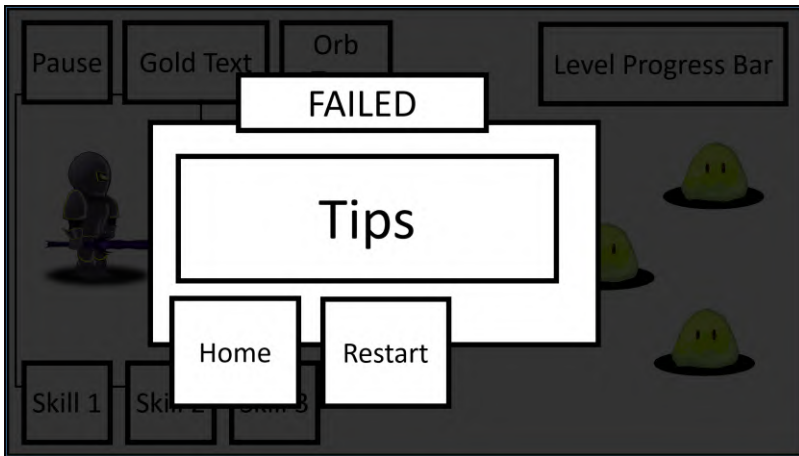


Gambar 3.12 Rancangan Antarmuka Permainan Saat *Pause*

3.2.2.6 Tampilan Hasil Permainan

Tampilan ini merupakan tampilan saat suatu *stage* permainan berakhir. Ada 2 macam hasil permainan yaitu menang dan kalah. Pada tampilan hasil permainan kalah, terdapat keterangan *Failed*, tombol *Restart* untuk mengulangi *stage* yang sama, dan tombol *Back* untuk kembali ke Menu Utama. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 3.13.

Sedangkan pada tampilan hasil permainan menang, terdapat keterangan *Complete*, keterangan jumlah *gold* yang didapat, keterangan jumlah *orb* yang dimiliki pemain, tombol *Next* untuk memainkan *stage* selanjutnya, tombol *Restart* untuk mengulangi *stage* yang sama dan tombol *Home* untuk kembali ke Menu Utama. Tampilan dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.13 Rancangan Antarmuka Hasil Permainan Kalah

3.2.3 Perancangan Kontrol Permainan

Terdapat dua jenis kontrol dalam permainan yaitu *tap* dan *gesture* (*handwriting recognition*). Kontrol *tap* digunakan untuk memilih menu pada setiap tampilan. Sedangkan kontrol *gesture* digunakan saat pemain mengalahkan musuh pada *gameplay*.



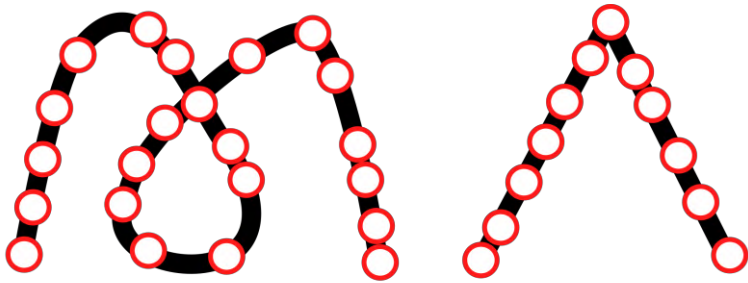
Gambar 3.14 Rancangan Antarmuka Hasil Permainan Menang

3.2.4 Perancangan Algoritma

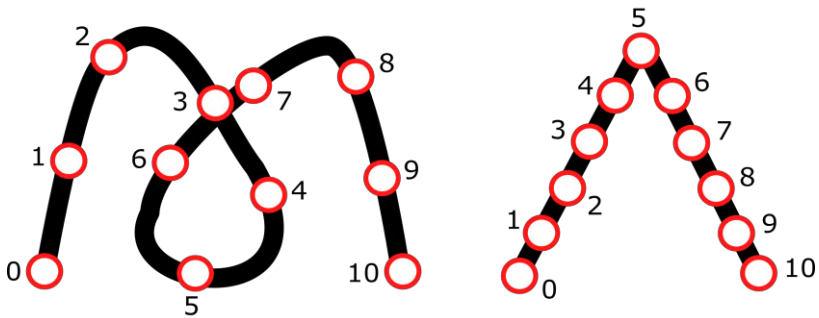
Metode yang akan digunakan dalam menerapkan *handwriting recognition* adalah *Decision Tree*. *Decision Tree* digunakan untuk melakukan klasifikasi dari tulisan tangan pemain. Ada beberapa tahap yang harus dilakukan untuk membentuk *Decision Tree*, antara lain :

1. Ekstraksi fitur tulisan tangan pemain.
2. Melakukan pengumpulan dataset.
3. Membuat *Decision Tree*.

Tahap ekstraksi fitur akan dimulai dengan pengambilan titik dari tulisan tangan pemain. Kemudian akan dicari 11 titik sampel. Titik sampel merupakan titik - titik yang dilewati simbol dan memiliki jarak hampir sama panjang. Gambar 3.15 menunjukkan ilustrasi titik sampel.



(a)

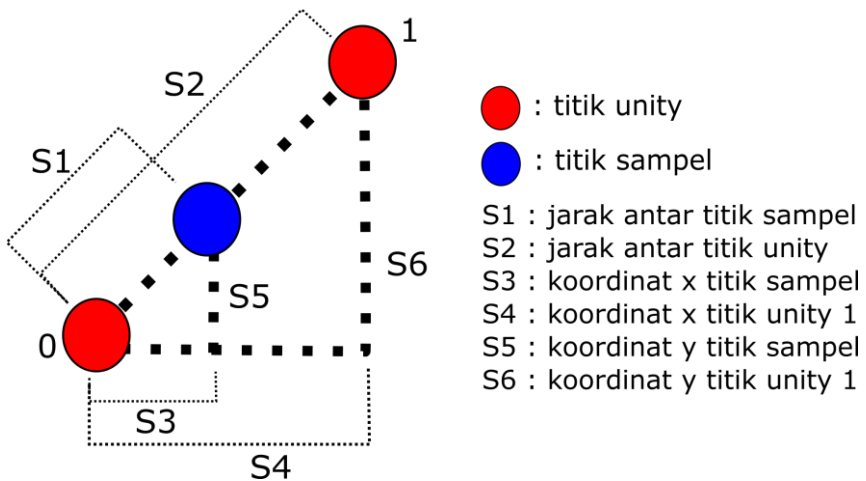


(b)

Gambar 3.15 (a) Titik Yang Diambil Pada *Unity*. (b) 11 Titik Sampel

Untuk mencari koordinat titik sampel ada beberapa tahapan yang harus dilakukan. Langkah pertama adalah mencari panjang total dari simbol yang ditulis oleh pemain. Panjang total simbol dapat dicari dengan menjumlahkan jarak antar titik yang telah diambil sebelumnya. Setelah panjang simbol ditemukan maka langkah selanjutnya adalah menentukan jarak antar titik sampel. Jarak antar titik sampel didapatkan dari pembagian panjang total simbol dengan 11 (jumlah titik sampel). Langkah terakhir yang harus dilakukan adalah dengan mencari koordinat dari masing – masing titik sampel.

Koordinat dapat dicari dengan memanfaatkan data jarak antar titik sampel, jarak antar titik dan prinsip kesebangunan segitiga. Untuk mencari koordinat X titik sampel dapat digunakan Persamaan 3.1, sedangkan untuk mencari koordinat Y dari titik sampel dapat digunakan Persamaan 3.2. Gambar 3.16 menunjukkan ilustrasi pencarian koordinat titik sampel menggunakan prinsip kesebangunan segitiga.

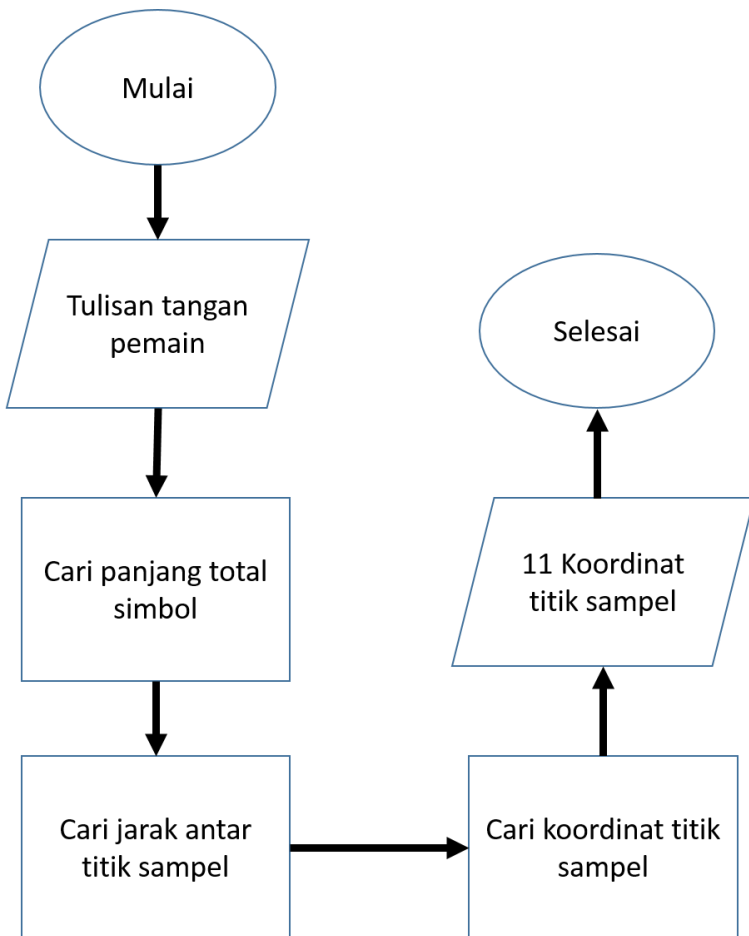


Gambar 3.16 Ilustrasi Prinsip Kesebangunan Segitiga

$$S3 = (S1 / S2) * S4 \quad (3.1)$$

$$S5 = (S1 / S2) * S6 \quad (3.2)$$

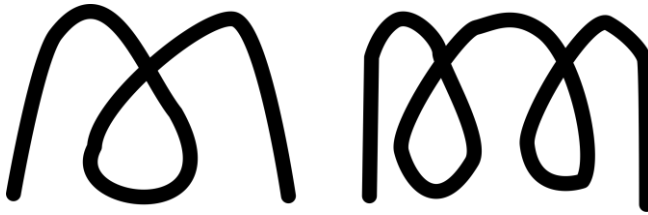
Seluruh alur pencarian titik sampel dapat digambarkan dengan *flowchart* seperti pada Gambar 3.17. Penomoran titik sampel berdasarkan urutan menulis dari pemain.



Gambar 3.17 Alur Pencarian Titik Sampel

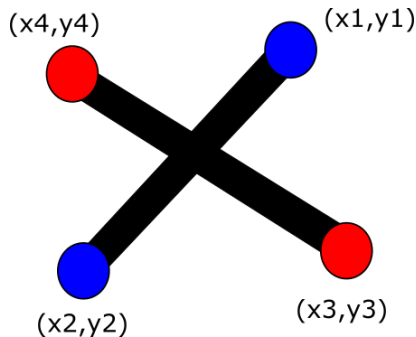
Setelah 11 titik sampel ditemukan, akan dicari nilai dari fitur – fitur yang telah ditentukan. Beberapa fitur yang dipilih oleh penulis adalah :

1. Ada tidaknya lingkaran pada simbol



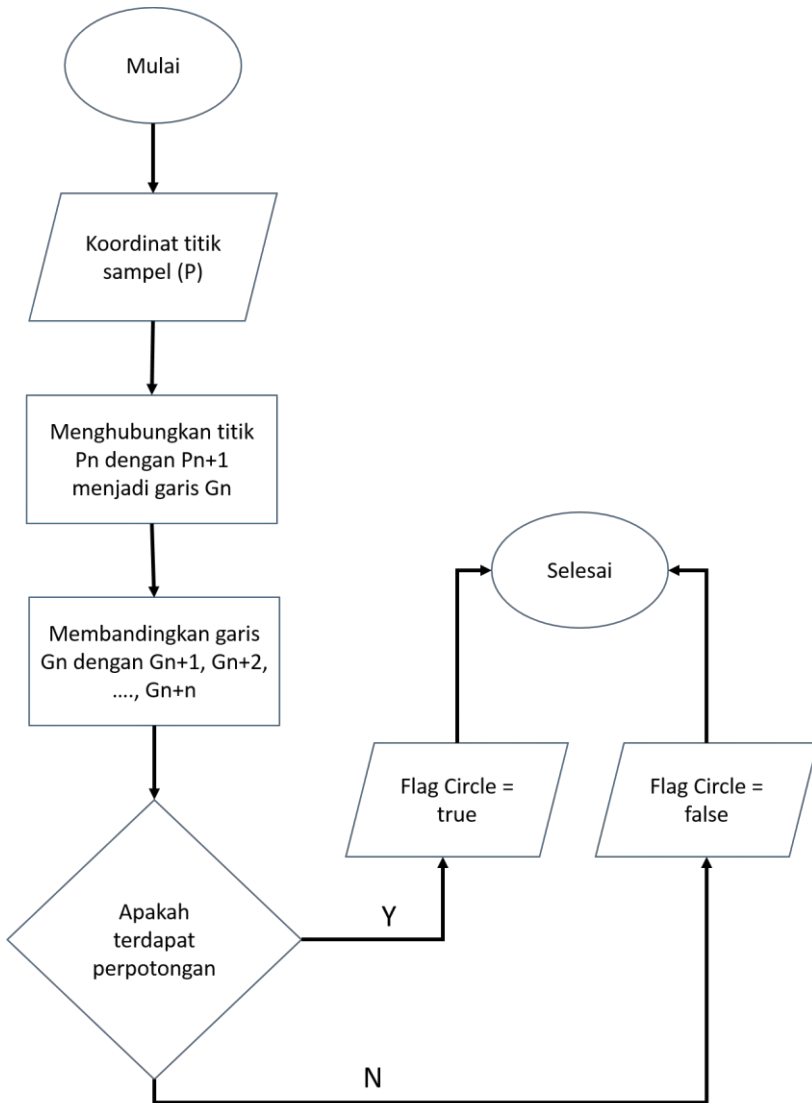
Gambar 3.18 Contoh Simbol Yang Memiliki Lingkaran

Untuk mencari ada tidaknya lingkaran pada sebuah simbol, tahapan yang harus dilakukan adalah membuat 10 garis yang dibentuk dari 11 titik sampel yang ada. Langkah selanjutnya adalah menentukan apakah setiap garis ada yang berpotongan satu sama lain. Untuk menentukan perpotongan garis dapat dilakukan dengan membandingkan posisi koordinat antar garis. Gambar 3.19 menunjukkan ilustrasi perpotongan garis.



Gambar 3.19 Ilustrasi Perpotongan Garis

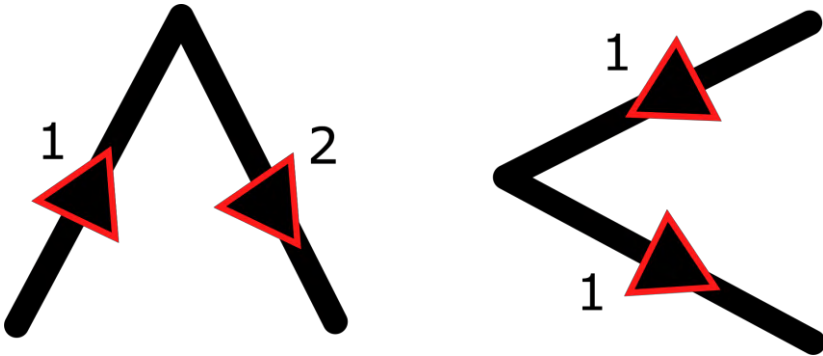
Untuk menentukan perpotongan dapat digunakan Persamaan 3.3. Jika persamaan menghasilkan nilai true, maka terdapat perpotongan antar garis. Sedangkan jika persamaan tidak menghasilkan nilai true, maka tidak ada perpotongan antar garis. Keseluruhan alur pencarian lingkaran pada simbol dapat digambarkan dengan *flowchart* seperti pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Alur Pencarian Lingkaran Pada Simbol

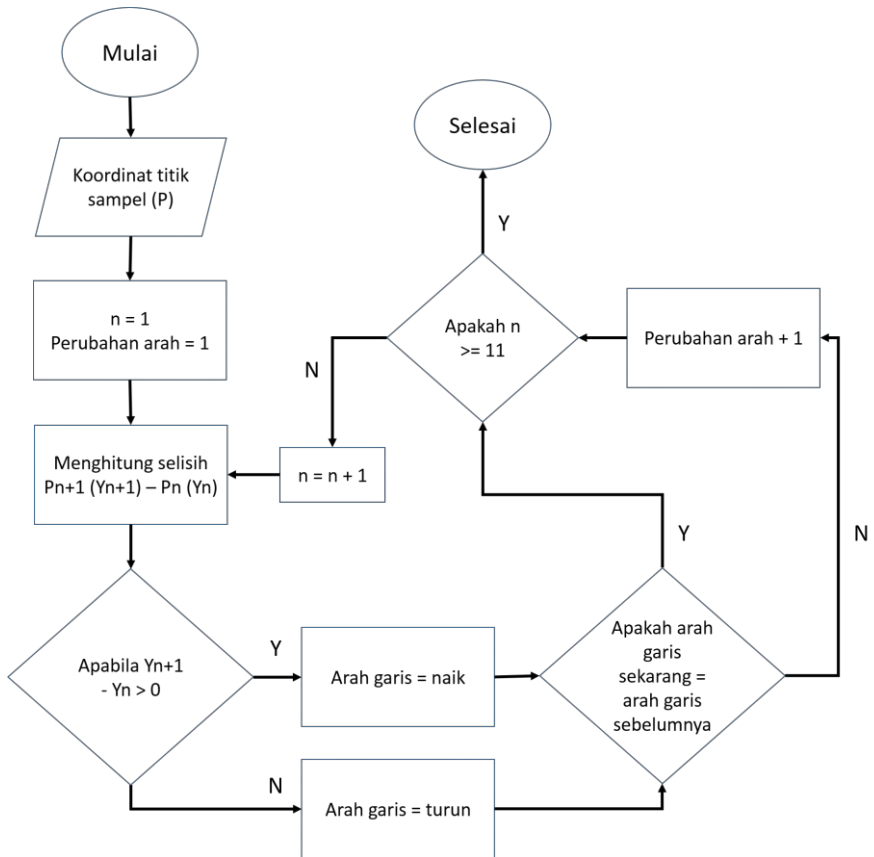
$$\begin{aligned} & \text{if } (\max(x1,x2) > \min(x3,x4) \ \&\& \ \max(x3,x4) > \\ & \min(x1,x2) \ \&\& \ \max(y1,y2) > \min(y3,y4) \ \&\& \\ & \max(y3,y4) > \min(y1,y2)) \end{aligned} \quad (3.3)$$

2. Jumlah perubahan arah terhadap sumbu Y



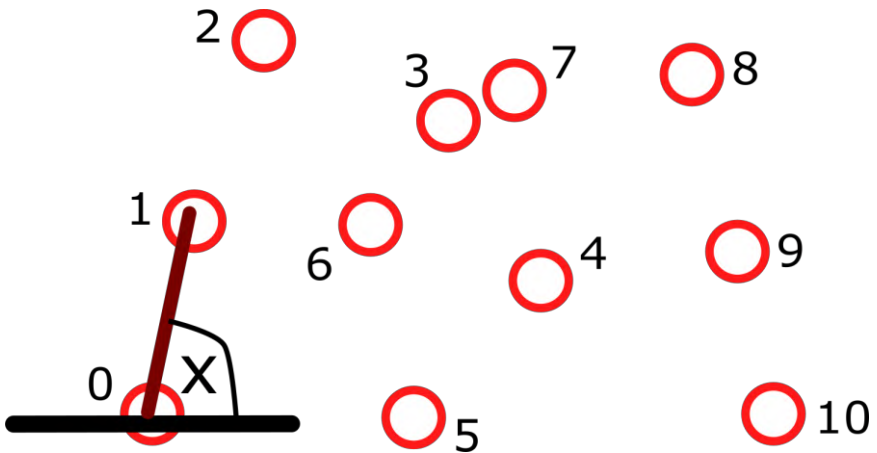
Gambar 3.21 Contoh Perhitungan Perubahan Arah Terhadap Sumbu Y

Suatu simbol dikatakan mengalami perubahan arah terhadap sumbu Y apabila terjadi perubahan nilai Y dari positif ke negatif atau sebaliknya. Contoh, titik sampel 0, 1, 2, 3 memiliki koordinat Y secara berurutan 10, 12, 15, 13. Titik 0 ke 1 terjadi perubahan nilai koordinat Y, yaitu $12 - 10 = 2$ (positif), maka nilai perubahan arah menjadi 1. Kemudian dilanjutkan dari titik 1 ke titik 2 terjadi perubahan nilai koordinat Y, yaitu $15 - 12 = 3$ (positif), karena perubahan tetap positif, maka nilai perubahan arah tidak bertambah. Dari titik 2 ke titik 3 terjadi perubahan nilai koordinat Y, yaitu $13 - 15 = -2$ (negatif), karena perubahan nilai koordinat Y berubah dari yang sebelumnya positif menjadi negatif, maka perubahan arah terhadap sumbu Y menjadi 2. Alur menghitung perubahan arah terhadap sumbu Y dapat digambarkan dengan *flowchart* seperti pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Alur Perhitungan Perubahan Arah Terhadap Sumbu Y

3. Sepuluh sudut dari garis-garis yang dibentuk dari titik sampel dengan sumbu X



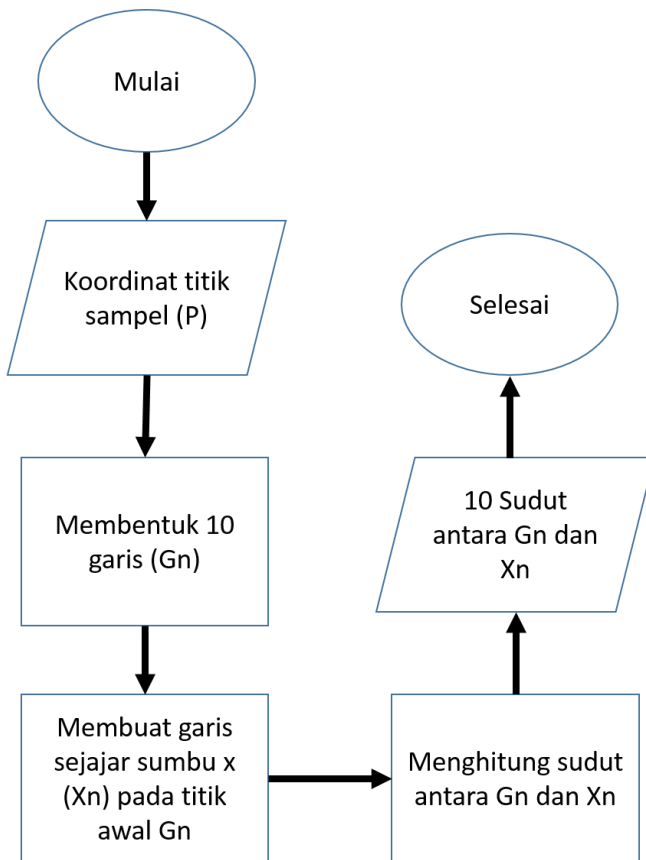
Gambar 3.23 Ilustrasi Perhitungan Sudut

Dari 11 titik sampel yang telah didapatkan, dapat dibentuk 10 buah garis. Perhitungan sudut dilakukan dengan menarik garis yang sejajar dengan sumbu X pada titik awal tiap garis. Sudut dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4.

$$\text{ArcTan}(y_2 - y_1 / x_2 - x_1) \quad (3.4)$$

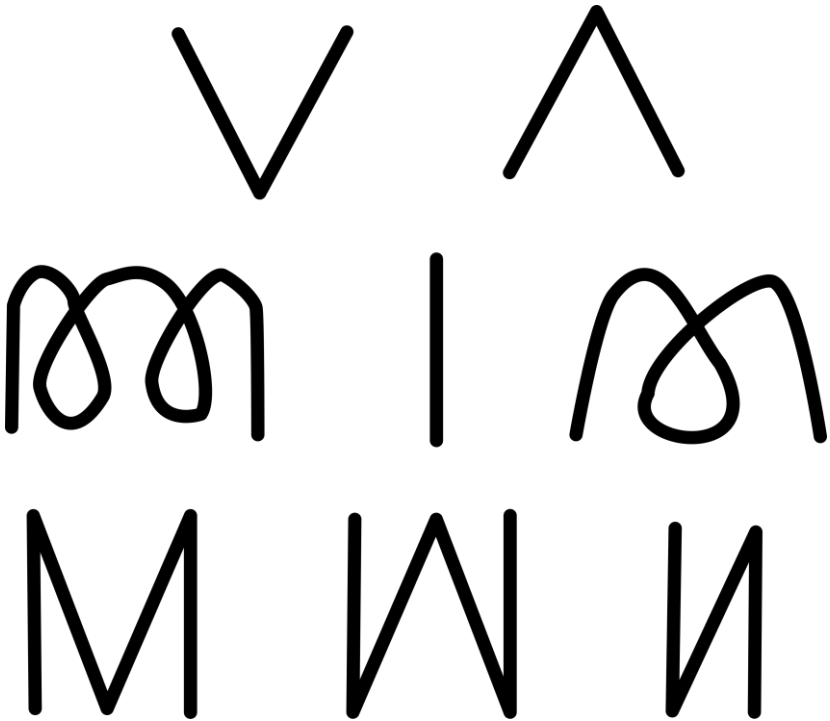
Alur perhitungan sudut dapat digambarkan dengan *flowchart* seperti pada Gambar 3.24.

Tahap pengumpulan dataset merupakan tahap di mana data – data yang diperoleh dari tahap ekstraksi fitur dikumpulkan. Pada tugas akhir ini digunakan dataset sebanyak 20 data untuk setiap simbol. Terdapat 8 jenis simbol yang akan digunakan pada aplikasi. Jenis simbol yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.25.



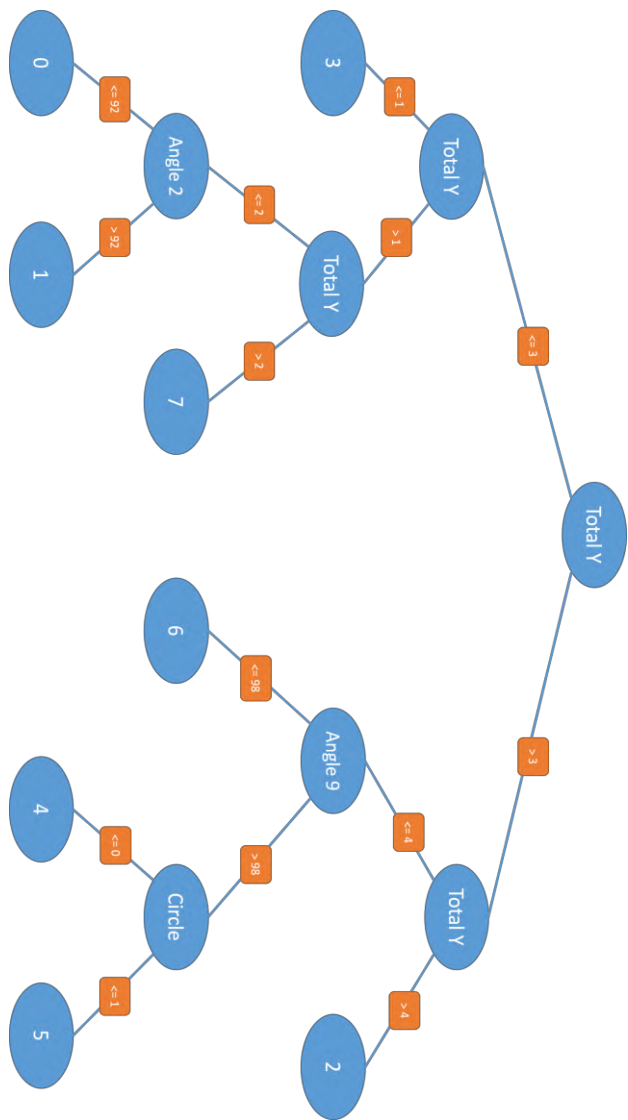
Gambar 3.24 Ilustrasi Perhitungan Sudut

Tahap terakhir adalah pembuatan *Decision Tree*. Pada tahap ini akan dibuat model *Decision Tree* menggunakan aplikasi Weka. Dataset dari 8 simbol tersebut akan dimasukkan dan diolah dengan aplikasi Weka dengan menggunakan *classifier* J48. Gambar 3.26 merupakan bentuk *Decision Tree* yang akan digunakan untuk melakukan klasifikasi tulisan tangan pemain.

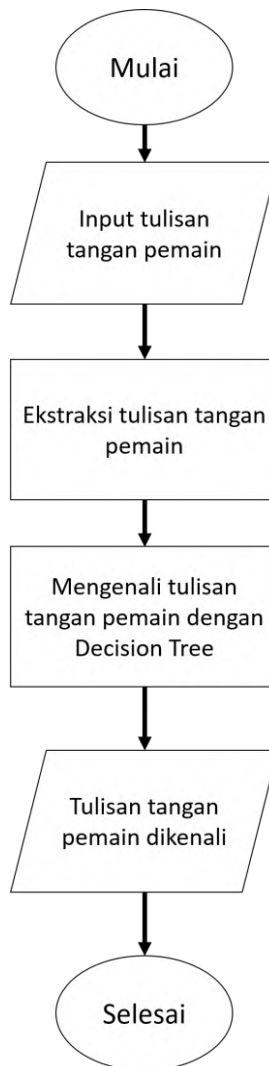


Gambar 3.25 Gambar 8 Simbol

Setelah *Decision Tree* terbentuk maka pengenalan tulisan (*handwriting recognition*) dapat dilakukan. Tahapan untuk melakukan pengenalan hampir sama dengan tahapan pembuatan *Decision Tree*. Perbedaannya adalah pada proses pengenalan *input* data tulisan tangan pemain akan langsung *testing* dengan menggunakan *Decision Tree*. Urutan tahapan pengenalan tulisan dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Gambar 3.26 Hasil Decision Tree



Gambar 3.27 Alur Pengenalan Tulisan Tangan

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

BAB IV IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dibahas mengenai implementasi dari perancangan aplikasi. Di dalamnya mencakup lingkungan implementasi, implementasi antarmuka dan implementasi algoritma.

4.1 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi dari tugas akhir dijelaskan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.4.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat Keras	<ul style="list-style-type: none">• Prosesor : Intel(R) Core(TM) i7-5700HQ CPU @ 2.70GHz• Memori : 8 GB
Perangkat Lunak	<ul style="list-style-type: none">• Sistem Operasi : Microsoft Windows 10 64bit• Unity 5.3.3f1• Weka 3.8

4.2 Implementasi Antarmuka

Pada subbab ini akan dibahas mengenai hasil implementasi yang dilakukan berdasarkan rancangan antarmuka. Beberapa antarmuka yang akan dibahas antara lain tampilan Menu Utama, *Store*, Menu Pemilihan Level, Tutorial, *Gameplay*, dan Hasil Permainan.

4.2.1 Implementasi Antarmuka Menu Utama

Menu Utama merupakan tampilan awal yang akan muncul pada awal permainan setelah *splash screen*. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab perancangan antarmuka, terdapat dua jenis Menu Utama, antara lain Menu Utama saat pemain baru pertama kali memainkan permainan dan Menu Utama saat pemain sudah pernah memainkan permainan sebelumnya.



Gambar 4.1 Antarmuka Menu Utama saat pertama kali bermain

Gambar 4.1 merupakan tampilan Menu Utama saat pemain pertama kali bermain. Di dalamnya terdapat judul permainan dan tombol *Play*. Sedangkan pada Gambar 4.2 merupakan tampilan Menu Utama saat pemain sudah pernah bermain sebelumnya. Terdapat tombol *Play*, *Store*, dan *Option*.

Ketika pemain menekan tombol *Option*, maka panel *Option* akan terbuka. Pada panel *Option* terdapat 3 buah tombol yaitu tombol *Credit*, *Music* dan *SFX*. Gambar 4.3 merupakan tampilan Menu Utama saat panel *Option* terbuka.



Gambar 4.2 Antarmuka Menu Utama saat sudah pernah bermain



Gambar 4.3 Antarmuka Menu Utama saat Option Panel Terbuka

4.2.2 Implementasi Antarmuka *Store*

Store merupakan tampilan yang akan muncul ketika pemain menekan tombol *Store* pada Menu Utama. Pada *Store*, pemain dapat mempelajari *skill* baru dan membeli *magic orb*. Di dalam tampilan *Store* berisi keterangan banyak *gold* yang dimiliki pemain, banyak *orb* yang dimiliki pemain, daftar *skill* yang bisa dipelajari beserta harganya, tombol *Buy* untuk mempelajari tiap *skill* dan tombol *Back* untuk kembali ke Menu Utama. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Antarmuka *Store*

4.2.3 Implementasi Antarmuka Menu Pemilihan *Stage*

Menu Pemilihan *Stage* merupakan menu di mana pemain dapat memilih *stage* yang akan dimainkan. Seperti yang dijelaskan pada bab perancangan antarmuka, menu pemilihan *stage* terbagi menjadi 2 bagian, yaitu menu pemilihan area dan menu pemilihan level.



Gambar 4.5 Antarmuka Menu Pemilihan Area

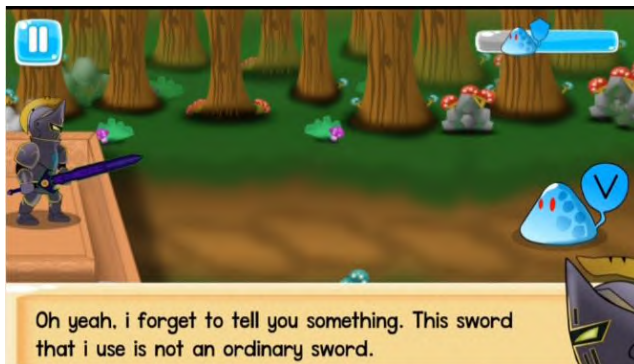


Gambar 4.6 Antarmuka Menu Pemilihan Level

Gambar 4.5 merupakan tampilan menu pemilihan area. Menu ini yang akan pertama muncul saat tombol *Play* ditekan. Pada tampilan menu pemilihan area, terdapat 3 tombol Area untuk memilih Area yang ingin dimainkan dan terdapat tombol *Back* untuk kembali ke Menu Utama. Sedangkan Gambar 4.6 merupakan tampilan dari menu pemilihan level. Di dalamnya terdapat 10 tombol Level yang bisa dimainkan dan tombol *Back* untuk kembali ke menu pemilihan area.

4.2.4 Implementasi Antarmuka Tutorial

Tutorial merupakan menu yang akan muncul ketika pemain memainkan *stage* tutorial. Pada Tutorial, pemain dijelaskan mengenai cara bermain dan aturan permainan serta elemen – elemen apa saja yang ada pada aplikasi. Di dalam tampilannya terdapat *Dialog box* yang merupakan tempat teks penjelasan akan muncul, *Gold Text*, *Orb Text*, *Level Progress Bar*, tombol *Skill*, monster dan Argon. Gambar 4.7 merupakan tampilan Tutorial.



Gambar 4.7 Antarmuka Tutorial

4.2.5 Implementasi Antarmuka Gameplay

Tampilan ini merupakan tampilan yang muncul setelah pemain memilih level pada Menu Pemilihan *Stage*. Seperti yang

telah dijelaskan pada bab perancangan antarmuka, tampilan ini memiliki elemen-elemen yang hampir sama dengan antarmuka Tutorial. Elemen-elemen tersebut antara lain *Gold Text*, *Orb Text*, *Level Progress Bar*, tombol *Skill*, tombol *Pause*, monster dan Argon. Tampilan dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Antarmuka *Gameplay*



Gambar 4.9 Antarmuka Permainan saat *Pause*

Ketika permainan berlangsung, pemain dapat melakukan *pause* pada permainan dengan menekan tombol *Pause*. Gambar

4.9 merupakan tampilan yang muncul ketika permainan sedang dalam keadaan *pause*. Terdapat tombol *Resume* untuk melanjutkan permainan, tombol *Restart* untuk mengulang permainan pada level yang sama, dan tombol *Home* untuk kembali ke Menu Utama.

4.2.6 Implementasi Antarmuka Hasil Permainan

Tampilan ini merupakan tampilan yang muncul ketika suatu *stage* berakhir. Terdapat dua macam hasil permainan, hasil permainan kalah dan hasil permainan menang. Tampilan hasil permainan kalah akan muncul ketika pemain gagal melindungi kotak persediaan dari serangan monster. Sedangkan tampilan hasil permainan menang muncul ketika pemain berhasil melindungi kotak persediaan dan mengalahkan semua monster.

Gambar 4.10 merupakan tampilan hasil permainan kalah. Di dalamnya terdapat tombol *Restart* untuk mengulang permainan pada *stage* yang sama, tombol *Home* untuk kembali ke Menu Utama. Sedangkan pada gambar 4.11 merupakan tampilan hasil permainan menang. Di dalamnya terdapat tombol *Next* untuk memainkan *stage* selanjutnya, tombol *Restart* dan tombol *Home* yang fungsinya sama dengan pada tampilan hasil permainan kalah.



Gambar 4.10 Antarmuka Hasil Permainan Kalah



Gambar 4.11 Antarmuka Hasil Permainan Menang

4.3 Implementasi *Algoritma*

Seperti yang telah disebutkan pada bab perancangan, untuk melakukan *handwriting recognition* diperlukan sebuah model *Decision Tree*. Model *Decision Tree* dapat dibentuk dengan beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut meliputi ekstraksi fitur tulisan tangan pemain, pengumpulan dataset, dan pembentukan *Decision Tree* menggunakan aplikasi Weka. Setelah model *Decision Tree* dibentuk, aplikasi akan dapat mengenali tulisan tangan pemain dengan melakukan *testing* data baru berdasarkan *Decision Tree* yang telah dibuat.

Pada subbab ini akan dibahas mengenai implementasi tahapan-tahapan berhubungan dengan pembentukan *Decision Tree* dan pengenalan tulisan tangan atau *handwriting recognition*. Tahapan tersebut antara lain :

1. Ekstraksi fitur tulisan tangan pemain.
2. *Testing* data baru pada *Decision Tree*.

4.3.1 Implementasi Ekstraksi Fitur tulisan tangan

Tahapan ekstraksi fitur akan dimulai dengan mengambil titik dari simbol yang digambar oleh pemain. Koordinat titik-titik tersebut akan disimpan dalam *array Vector2*. Pada aplikasi

permainan ini hanya 300 titik pertama yang akan disimpan dalam *array* tersebut. Kode Sumber 4.1 merupakan potongan kode yang berisi fungsi untuk melakukan pengambilan dan penyimpanan titik dari tulisan tangan pemain.

```
particlePosition = Camera.main.ScreenToWorldPoint
(Input.mousePosition);
particlePosition.z = 0;
particle.transform.position =
Vector3.Lerp(particle.transform.position, particlePosition, 1f);

if (pointIndex < 300) {
    point[pointIndex].x = particle.transform.position.x;
    point[pointIndex].y = particle.transform.position.y;
    pointIndex++;
}
```

Kode Sumber 4.1 Pengambilan Titik

Setelah koordinat titik dari simbol disimpan, hal yang selanjutnya dilakukan adalah mencari 11 titik sampel. Titik sampel merupakan titik - titik yang dilewati simbol dan memiliki jarak hampir sama panjang.

Untuk menentukan titik sampel, hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung panjang dari simbol yang digambar oleh pemain. Kode Sumber 4.2 menunjukkan potongan kode untuk menghitung panjang dari simbol.

```
double FindGestureLength() {
    double gestureLength;
    gestureLength = 0;
    for(int i = 0; i < pointIndex - 1; i++) {
        gestureLength += Math.Sqrt(Math.Pow (point[i +
1].x - point[i].x, 2) + Math.Pow (point[i + 1].y - point[i].y, 2));
    }
}
```

```

    return gestureLength;
}

```

Kode Sumber 4.2 Menghitung Panjang Simbol

Langkah kedua adalah mencari jarak antar titik sampel itu sendiri. Cara menentukan jarak antar titik sampel adalah panjang simbol dibagi dengan 11. Dengan demikian maka antar titik sampel memiliki jarak yang sama.

Setelah jarak antar titik sampel dihitung, maka langkah ketiga adalah mencari koordinat dari setiap titik sampel. Untuk menentukan koordinat tiap titik sampel, dapat digunakan prinsip kesebangunan segitiga. Setelah 11 koordinat titik sampel ditemukan, maka koordinat tersebut akan disimpan pada *array* Vector2 untuk proses ekstraksi fitur nantinya. Kode Sumber 4.3 menunjukkan potongan kode untuk menentukan koordinat dari tiap titik sampel.

```

samplePoint[0] = point[0];
samplePoint[10] = point[pointIndex - 1];

for(int j = 1; j < 10; j++) {
    for(int i = 1; i <= pointIndex - 1; i++) {
        if(interPointDistance[i] >= (j *
samplePointDistance)) {
            // cari nilai x dari sample point
            samplePoint[samplePointIndex].x =
(float)((((samplePointDistance * j) - interPointDistance[i - 1]) *
(point[i].x - point[i - 1].x) / (interPointDistance[i] -
interPointDistance[i - 1]) + point[i - 1].x);
            samplePoint[samplePointIndex].x = (float)
Math.Round(samplePoint[samplePointIndex].x, 0);

            // cari nilai y sample point y
            samplePoint[samplePointIndex].y =
(float)((((samplePointDistance * j) - interPointDistance[i - 1]) *

```

```

(point[i].y - point[i - 1].y) / (interPointDistance[i] -
interPointDistance[i - 1]) + point[i - 1].y);
        samplePoint[samplePointIndex].y = (float)
Math.Round(samplePoint[samplePointIndex].y, 0);
        samplePointIndex++;
        break;
    }
}
}

```

Kode Sumber 4.3 Menentukan Koordinat Dari Tiap Titik Sampel

Titik sampel yang telah didapatkan akan dicari nilai – nilai fiturnya. Seperti yang telah disebutkan pada bab perancangan algoritma, ada tiga macam fitur yang akan dicari nilainya, fitur tersebut antara lain :

1. Ada tidaknya lingkaran pada simbol yang digambar.
2. Jumlah perpindahan nilai Y.
3. Sepuluh sudut dari garis – garis yang dibentuk dari titik sampel terhadap sumbu X.

Kode Sumber 4.4 merupakan potongan kode untuk menentukan apakah terdapat lingkaran (perpotongan) pada simbol yang digambar. Jika didapati sebuah lingkaran, maka variable *isThereCircle* akan diisi dengan nilai *true*, sedangkan jika tidak ada maka akan diisi dengan nilai *false*.

```

bool isThereCircle = false;

for(int i = 0; i < 10; i++) {
    if(isThereCircle)
        break;
    else {
        for(int j = i + 2; j < 10; j++) {
            if ((Mathf.Max(samplePoint[i].x,

```

```

samplePoint[i + 1].x) > Mathf.Min(samplePoint[j].x, samplePoint[j +
1].x)) &&
                                (Mathf.Max(samplePoint[j].x,
samplePoint[j + 1].x) > Mathf.Min(samplePoint[i].x, samplePoint[i +
1].x)) &&
                                (Mathf.Max(samplePoint[i].y,
samplePoint[i + 1].y) > Mathf.Min(samplePoint[j].y, samplePoint[j +
1].y)) &&
                                (Mathf.Max(samplePoint[j].y,
samplePoint[j + 1].y) > Mathf.Min(samplePoint[i].y, samplePoint[i +
1].y))
                                ) {
                                    isThereCircle = true;
                                    break;
                                }
                            }
                    }
}

if(isThereCircle)
    gestureCircle = 1;
else
    gestureCircle = 0;

```

Kode Sumber 4.4 Menentukan Ada Tidaknya Lingkaran Pada Simbol

Kode Sumber 4.5 merupakan potongan kode untuk menentukan jumlah perubahan arah terhadap sumbu Y. Jika terjadi perubahan nilai Y dari positif ke negatif atau sebaliknya antar dua koordinat titik sampel maka nilai variable *totalYDirection* akan diincrement. Sedangkan jika tidak terjadi perubahan maka nilai variable *totalYDirection* tetap.

```

bool yIsUp = false;
bool yIsDown = false;

```

```

for(int i=1;i<=10;i++) {
    if(samplePoint[i].y < samplePoint[i - 1].y && !ylsDown) {
        ylsDown = true;
        ylsUp = false;
        totalYDirection++;
    } else if(samplePoint[i].y > samplePoint[i - 1].y && !ylsUp) {
        ylsUp = true;
        ylsDown = false;
        totalYDirection++;
    }
}

```

Kode Sumber 4.5 Menentukan Jumlah Perubahan Arah Terhadap Sumbu Y

Fitur ketiga adalah sepuluh sudut dari garis – garis yang dibentuk titik sampel terhadap sumbu X. Kode Sumber 4.6 merupakan potongan kode untuk menghitung sudut untuk tiap garis yang dibentuk dari 2 titik sampel (titik 0 dengan titik 1, titik 1 dengan titik 2, dan seterusnya).

```

double radians;
for(int i = 0; i < 10; i++) {
    radians = Math.Atan((samplePoint[i + 1].y -
samplePoint[i].y) / (samplePoint[i + 1].x - samplePoint[i].x));
    if(samplePoint[i + 1].x > samplePoint[i].x && samplePoint[i
+ 1].y > samplePoint[i].y)
        lineAngle[i] = radians * (180/Math.PI);
    else if(samplePoint[i + 1].x < samplePoint[i].x &&
samplePoint[i + 1].y > samplePoint[i].y)
        lineAngle[i] = radians * (180/Math.PI) + 180;
    else if(samplePoint[i + 1].x < samplePoint[i].x &&
samplePoint[i + 1].y < samplePoint[i].y)
        lineAngle[i] = radians * (180/Math.PI) + 180;
    else if(samplePoint[i + 1].x > samplePoint[i].x &&
samplePoint[i + 1].y < samplePoint[i].y)

```

```

        lineAngle[i] = radians * (180/Math.PI) + 360;
    else if(samplePoint[i + 1].x >= samplePoint[i].x &&
samplePoint[i + 1].y == samplePoint[i].y)
        lineAngle[i] = 0;
    else if(samplePoint[i + 1].x == samplePoint[i].x &&
samplePoint[i + 1].y > samplePoint[i].y)
        lineAngle[i] = 90;
    else if(samplePoint[i + 1].x < samplePoint[i].x &&
samplePoint[i + 1].y == samplePoint[i].y)
        lineAngle[i] = 180;
    else if(samplePoint[i + 1].x == samplePoint[i].x &&
samplePoint[i + 1].y < samplePoint[i].y)
        lineAngle[i] = 270;
}

```

Kode Sumber 4.6 Menghitung Sudut Antara Garis Dengan Sumbu X

4.3.2 Implementasi *Testing* data baru pada *Decision Tree*

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari *handwriting recognition*. Nilai fitur yang telah dicari pada tahap sebelumnya akan diujikan pada *Decision Tree* yang telah dibuat. Kode Sumber 4.7 merupakan potongan kode yang menunjukkan fungsi *Decision Tree*. Fungsi tersebut akan mengembalikan nilai yang menunjukkan termasuk simbol manakah gambar yang telah dibuat pemain.

```

int FindSymbol() {
    if(totalYDirection <= 3) {
        if(totalYDirection <= 1) {
            return 3;
        } else {
            if(totalYDirection <= 2) {
                if(lineAngle[2] <= 92) {
                    return 0;
                }
            }
        }
    }
}

```



```
        } else {  
            return 1;  
        }  
    } else {  
        return 8;  
    }  
}  
} else {  
    if(totalYDirection <= 4) {  
        if(lineAngle[9] <= 98) {  
            return 7;  
        } else {  
            if(gestureCircle <= 0) {  
                return 4;  
            } else {  
                return 6;  
            }  
        }  
    } else {  
        return 2;  
    }  
}  
}
```

Kode Sumber 4.7 Fungsi *Decision Tree*

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

BAB V

PENGUJIAN DAN EVALUASI

Pada bab ini dijelaskan tentang uji coba dan evaluasi dari implementasi yang telah dilakukan.

5.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba yang digunakan adalah sebuah *smartphone* dengan spesifikasi yang dicantumkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Lingkungan Ujicoba Perangkat Lunak

Perangkat Keras	Tipe : Lenovo P70 Prosesor : Mediatek MT6752 Octa-core 1.7 GHz Memori : 2 GB
Perangkat Lunak	Sistem Operasi : Android 5.1

5.2 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui fungsionalitas dari aplikasi permainan yang dikembangkan berdasarkan skenario yang telah dipersiapkan.

5.2.1 Skenario Pengujian Fungsionalitas

Pada subbab ini akan dijelaskan beberapa macam skenario yang akan digunakan pada pengujian aplikasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode kotak hitam sebagai dasar tolak ukur keberhasilan. Beberapa skenario yang akan diujikan adalah sebagai berikut :

1. Uji coba permainan menang
2. Uji coba permainan kalah
3. Uji coba menggambar simbol benar
4. Uji coba menggambar simbol salah

5.2.2 Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai detail dari skenario pengujian dan hasil yang didapatkan dari pengujian aplikasi permainan yang dibangun. Penjelasan disajikan dengan menampilkan tujuan uji coba, kondisi awal, penjelasan skenario, keluaran yang diharapkan, hasil pengujian, dan kondisi akhir.

5.2.2.1 Uji Coba Permainan Menang

Uji coba permainan menang berfungsi untuk mengetahui apakah pemain dapat menang dalam permainan. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.2. Hasil dari skenario uji coba dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Uji Coba Permainan Menang

ID	UJ-P-01
Nama	Uji Coba Permainan Menang
Tujuan Uji Coba	Pemain dapat menang saat memainkan <i>stage</i> permainan
Kondisi awal	Pemain berada pada <i>stage</i> tertentu
Skenario 1	Pemain mengalahkan semua monster yang muncul pada suatu <i>stage</i>
Keluaran yang diharapkan	Aplikasi memunculkan panel hasil permainan yang berisi pesan kemenangan
Hasil uji coba	Berhasil
Kondisi akhir	Muncul panel hasil permainan yang berisi pesan kemenangan pada layar



Gambar 5.1 Kondisi Awal Uji Coba Permainan Menang



Gambar 5.2 Kondisi Akhir Uji Coba Permainan Kalah

5.2.2.2 Uji Coba Permainan Kalah

Uji coba permainan kalah berfungsi untuk mengetahui apakah apakah pemain dapat kalah dalam permainan. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3. Hasil dari skenario uji coba dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.

Tabel 5.3 Hasil Uji Coba Permainan Kalah

ID	UJ-P-02
Nama	Uji Coba Permainan Kalah
Tujuan Uji Coba	Pemain dapat kalah saat memainkan <i>stage</i> permainan
Kondisi awal	Pemain berada pada <i>stage</i> tertentu
Skenario 1	Pemain membiarkan 3 monster menyerang kotak persediaan
Keluaran yang diharapkan	Aplikasi memunculkan panel hasil permainan yang berisi pesan kekalahan
Hasil uji coba	Berhasil
Kondisi akhir	Muncul panel hasil permainan yang berisi pesan kekalahan pada layar

**Gambar 5.3 Kondisi Awal Uji Coba Permainan Kalah**



Gambar 5.4 Kondisi Akhir Uji Coba Permainan Kalah

5.2.2.3 Uji Coba Menggambar Simbol Benar

Uji coba menggambar simbol benar berfungsi untuk mengetahui apakah aplikasi permainan dapat mengenali tulisan tangan pemain yang benar. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4. Hasil dari skenario uji coba dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.

Tabel 5.4 Hasil Uji Coba Menggambar Simbol Benar

ID	UJ-P-03
Nama	Uji Coba Menggambar Simbol Benar
Tujuan Uji Coba	Aplikasi dapat mengenali tulisan pemain yang benar
Kondisi awal	Pemain berada pada <i>stage</i> tertentu
Skenario 1	Pemain menggambar simbol sesuai dengan simbol pada monster sebanyak 20 kali
Keluaran yang diharapkan	Monster dengan simbol yang digambar pemain mati
Hasil uji coba	Berhasil

Kondisi akhir	Monster berhasil dikalahkan
Keterangan	Dari 20 kali percobaan, aplikasi dapat mengenali simbol dengan benar sebanyak 18 kali, sedangkan 2 sisanya dianggap tidak sesuai dengan simbol monster (dikenali sebagai simbol yang berbeda)



Gambar 5.5 Kondisi Awal Uji Coba Menggambar Simbol Benar



Gambar 5.6 Kondisi Akhir Uji Coba Menggambar Simbol Benar

5.2.2.4 Uji Coba Menggambar Simbol Salah

Uji coba menggambar simbol benar berfungsi untuk mengetahui apakah aplikasi permainan dapat mengenali tulisan tangan pemain yang tidak sesuai dengan simbol pada monster. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.5. Hasil dari skenario uji coba dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8.

Tabel 5.5 Hasil Uji Coba Menggambar Simbol Salah

ID	UJ-P-04
Nama	Uji Coba Menggambar Simbol Salah
Tujuan Uji Coba	Aplikasi dapat mengenali tulisan pemain yang tidak sesuai dengan simbol pada monster
Kondisi awal	Pemain berada pada <i>stage</i> tertentu
Skenario 1	Pemain menggambar simbol yang tidak sesuai dengan simbol pada monster sebanyak 20 kali
Keluaran yang diharapkan	Monster dengan simbol tersebut tidak mati dan tetap mendekat
Hasil uji coba	Berhasil
Kondisi akhir	Monster tidak mati dan tetap mendekat
Keterangan	Dari 20 kali percobaan, aplikasi dapat mengenali simbol yang tidak sesuai dengan monster sebanyak 13, sedangkan 7 sisanya yang seharusnya tidak sesuai dikenali sebagai simbol yang sesuai



Gambar 5.7 Kondisi Awal Uji Coba Menggambar Simbol Salah



Gambar 5.8 Kondisi Akhir Uji Coba Menggambar Simbol Salah

5.2.3 Pengujian Terhadap Pengguna

Aplikasi permainan ini perlu diuji oleh pengguna secara langsung. Pengujian pengguna berfungsi untuk mengetahui tingkat kemudahan dan kenyamanan aplikasi permainan saat dimainkan oleh pengguna. Metode pengujian pengguna mengacu pada metode kotak hitam.

Pengujian akan dilakukan oleh beberapa pengguna. Pada pengujian ini pengguna akan diminta untuk memainkan permainan dan kemudian mengisi kuesioner yang telah disediakan. Kuesioner dapat dilihat pada Tabel 5.6. Setelah mengisi kuesioner, pengguna juga diminta untuk memberikan kritik dan saran terhadap aplikasi permainan yang dikembangkan. Bobot penilaian pada kuesioner memiliki ketentuan sebagai berikut :

- Sangat Setuju (SS) = 5
- Setuju (S) = 4
- Cukup (C) = 3
- Tidak Setuju (TS) = 2
- Sangat Tidak Setuju (STS) = 1

Tabel 5.6 Kuesioner Pengguna

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
	Antarmuka					
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik					
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan					
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai					
	Performa dan Kenyamanan					
4	Tidak terdapat <i>lag</i> pada animasi permainan					

5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar					
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik					
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan					
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					

5.3 Evaluasi Pengujian

Tahap evaluasi akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu evaluasi pengujian fungsionalitas dan evaluasi pengujian pengguna.

5.3.1 Evaluasi Pengujian Fungsionalitas

Hasil dari pengujian fungsionalitas dapat dilihat pada Tabel 5.7. Berdasarkan data pada tabel tersebut, terlihat bahwa semua skenario pengujian berhasil dijalankan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsionalitas dari aplikasi permainan telah bekerja sesuai dengan harapan.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Fungsionalitas

No.	ID	Nama	Hasil
1	UJ-P-01	Uji Coba Permainan Menang	Berhasil
2	UJ-P-02	Uji Coba Permainan Kalah	Berhasil
3	UJ-P-03	Uji Coba Menggambar Simbol Benar	Berhasil
4	UJ-P-04	Uji Coba Menggambar Simbol Salah	Berhasil

5.3.2 Evaluasi Pengujian Terhadap Pengguna

Rentang umur pengguna yang melakukan pengujian adalah 20 – 22 tahun. Semuanya sedang menempuh pendidikan sebagai mahasiswa. Rekap hasil kuesioner terhadap pengguna dapat dilihat pada tabel 5.8. Untuk jawaban kuesioner dari masing - masing pengguna dapat dilihat pada lampiran A.


Tabel 5.8 Kuesioner Pengguna

No.	Parameter	Nilai Rata-Rata
Antarmuka		
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik	4.5
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan	4.5
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai	4.5
Performa dan Kenyamanan		
4	Tidak terdapat <i>lag</i> pada animasi permainan	4.3
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar	4.4
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik	4
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan	4.2
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini	4.6
Rata-rata nilai		4.375

Berdasarkan hasil kuesioner pada Tabel 5.8, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata adalah 4.375. Nilai rata-rata yang didapatkan sudah melebihi angka 4 yang memiliki arti “setuju”, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi permainan ini sudah nyaman dan mudah untuk dimainkan oleh pengguna.

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A. KUESIONER



ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden


Nama Lengkap : Egoutius Abraham S. Usia : 22 Tahun
Pekerjaan : Mahasiswa Jenis Kelamin : P

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik				✓	
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan				✓	
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai				✓	
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan				✓	
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar				✓	
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik				✓	
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini				✓	

A. KRITIK DAN SARAN
Tidak ada
.....
.....
.....

Surabaya, 12 Juni 2016


Egoutius Abraham S.

Gambar A 1. Kuesioner Responden Pertama



KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden

Nama Lengkap : Tri Sutrisno Nusanbara Usia : 21 Tahun
Pekerjaan : Mahasiswa Jenis Kelamin : P

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (✓)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik					✓
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan				✓	
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai				✓	
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan				✓	
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar				✓	
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik			✓		
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					✓

A. KRITIK DAN SARAN

Perbanyak mode permainan supaya tidak bosan, kembangkan jenis skill yang dapat dipakai sesuai dengan mode permainan

Surabaya, 2016

TRI SUTRISNO N.

Gambar A 2. Kuesioner Responden Kedua


KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK
PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD
Identitas Responden

Nama Lengkap

: Dimas Widy P

Usia

: 22 Tahun

Pekerjaan

: Mahasiswa

Jenis Kelamin

: L / P

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
	Antarmuka					
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik					✓
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan				✓	
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai					✓
	Performa dan Kenyamanan					
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan					✓
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar					✓
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik				✓	
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					✓

A. KRITIK DAN SARAN

Memper banyak jenis monster dan variasi permainan

Surabaya, 12 Jun' 2016

Dimas W

Gambar A 3. Kuesioner Responden Ketiga



KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden

Nama Lengkap : OSHI R. GUSMAN Usia : 23 Tahun
 Pekerjaan : MATIASIWA Jenis Kelamin : L / ♂

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (✓)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik					✓
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan					✓
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai					✓
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan					✓
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar				✓	
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik					✓
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan					✓
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					✓

A. KRITIK DAN SARAN

semoga bisa dikembangkan menjadi lebih bagus
good job

Surabaya, 12 Juni 2016

Osni R. Gusman
 osni r. gusman

Gambar A 4. Kuesioner Responden Keempat



KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden

Nama Lengkap : LUBNA NOB A'INI Usia : 22 Tahun
 Pekerjaan : MAHASISWA Jenis Kelamin : L / @

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik					✓
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan					✓
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai					✓
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan					✓
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar					✓
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik				✓	
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan					✓
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					✓

A. KRITIK DAN SARAN

Gambar monster dan penanda kurang besar.

Surabaya, 11 Juni 2016

Gambar A 5. Kuesioner Responden Kelima



KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden

Nama Lengkap : Wahyu Widyadanda Usia : 21 Tahun
Pekerjaan : Mahasiswa S1 C1 Jenis Kelamin : L/P

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
	Antarmuka					
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik				✓	
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan				✓	
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai				✓	
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan				✓	
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar				✓	
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik				✓	
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					✓

A. KRITIK DAN SARAN

Pada tutorial belakangnya diberi tutorial bagaimana cara membeli item skill, karena pada game hanya disarankan untuk membeli item skill namun tidak diberitahu dimana belanya.

Surabaya, 12 Juni 2016

Wahyu Widyadanda

Gambar A 6. Kuesioner Responden Keenam



KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden

Nama Lengkap : Primo Sept R Usia : 22 Tahun
 Pekerjaan : Mhs Jenis Kelamin : U / P

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik					✓
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan					✓
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai					✓
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan				✓	
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar					✓
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik				✓	
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					✓

A. KRITIK DAN SARAN

Beren!

Surabaya, 12 Juni 2016

Primo

Gambar A 7. Kuesioner Responden Ketujuh



KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden

Nama Lengkap : Kenn Aulia Fadhil Usia : 22 Tahun
 Pekerjaan : Pengasah Jenis Kelamin : L P

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik				✓	
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan				✓	
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai				✓	
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan				✓	
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar					✓
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik					✓
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini				✓	

A. KRITIK DAN SARAN

Kata bisa jenis kelamin dibenarkan

Surabaya, 12 - 08 - 2016

JAF
Kenn AF

Gambar A 8. Kuesioner Responden Kedelapan



KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK

PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD

Identitas Responden

Nama Lengkap : Aditya Putra F. Usia : 21 Tahun
 Pekerjaan : Mahasiswa Jenis Kelamin : DP

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik				✓	
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan					✓
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai				✓	
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan				✓	
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar				✓	
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik			✓		
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini					✓

A. KRITIK DAN SARAN

Ada beberapa tulisan tangan yang tidak mirip namun
tidak mengurangi kesenangan dari permainan ini
Anka nika sangat bagus dan permainan aditya f

Surabaya, 12 Juni, 2016

Aditya Putra Ferza

Gambar A 9. Kuesioner Responden Kesembilan


KUESIONER TUGAS AKHIR – 5112100016 LUTHFI FIRMANSYAH SOEHADAK
PENERAPAN HANDWRITING RECOGNITION PADA PEMBUATAN GAME ARGON AND THE CURSED SWORD
Identitas Responden

Nama Lengkap : Fahmy Thaqyul H. Usia : 19 Tahun
 Pekerjaan : Mahasiswa Jenis Kelamin : ♂

Isilah tabel dibawah ini dengan menggunakan tanda (v)

No.	Parameter	Penilaian				
		STS	TS	C	S	SS
Antarmuka						
1	Aplikasi memiliki tampilan dan desain yang menarik				✓	
2	Aplikasi memiliki menu yang mudah digunakan					✓
3	Aplikasi memiliki tata letak tombol yang sesuai					✓
Performa dan Kenyamanan						
4	Tidak terdapat lag pada animasi permainan				✓	
5	Aplikasi menampilkan perpindahan menu dengan lancar				✓	
6	Aplikasi mampu mengenali tulisan tangan pemain dengan baik				✓	
7	Saya merasa nyaman selama memainkan permainan				✓	
8	Saya merasa tertarik untuk memainkan permainan ini			✓		

A. KRITIK DAN SARAN

Aspek karakter dan UI kurang je tema

Surabaya, 12 Juni 2016

Gambar 6.1 10. Kuesioner Responden Kesepuluh

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari tujuan pembuatan perangkat lunak dan hasil uji coba yang telah dilakukan sebagai jawaban dari rumusan masalah yang dikemukakan. Selain kesimpulan, terdapat pula saran yang ditujukan untuk pengembangan aplikasi kedepannya.

6.1. Kesimpulan

Dalam proses pengerjaan tugas akhir mulai dari tahap analisis, desain, implementasi, hingga pengujian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian, metode *Decision Tree* terbukti dapat digunakan untuk membuat *handwriting recognition* dengan baik sebagai kontrol permainan.
2. Dari hasil pengujian, *gameplay* pada permainan telah diimplementasikan dengan baik dan dapat dimainkan oleh pemain.
3. Dari hasil pengujian antarmuka terhadap pengguna, antarmuka permainan dinilai menarik dan mudah digunakan.
4. Dari hasil pengujian performa dan kenyamanan terhadap pengguna, permainan dinilai nyaman dan layak untuk dimainkan.

6.2. Saran

Berikut merupakan beberapa saran untuk pengembangan permainan di masa yang akan datang, antara lain :

1. Penambahan *level* dan mode dalam permainan agar pemain tidak bosan dalam memainkan permainan.
2. Penambahan jenis monster dalam permainan agar pemain lebih tertantang dalam memainkan permainan.
3. Penambahan fitur yang digunakan agar tingkat akurasi pengenalan tulisan tangan lebih baik.

4. Penambahan unsur edukasi pada permainan seperti menggambar huruf agar permainan juga dapat dimanfaatkan oleh pengguna anak - anak sebagai sarana pembelajaran

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Handwriting Recognition Definition," [Online]. Available: <http://www.dictionaryofengineering.com/definition/handwriting-recognition>. [Accessed 25 February 2016].
- [2] S. Sayad, "Decision Tree," [Online]. Available: http://www.saedsayad.com/decision_tree. [Accessed 23 February 2016].
- [3] Unity, "The best development platform for creating games," [Online]. Available: <http://www.unity3d.com/unity>. [Accessed 11 December 2015].
- [4] Google Android, "Download Android Studio and SDK Tools," [Online]. Available: developer.android.com/sdk/index. [Accessed 11 December 2015].
- [5] Unity, "MonoDevelop," [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/MonoDevelop>. [Accessed 15 December 2015].
- [6] Weka, "Weka 3: Data Mining Software in Java," [Online]. Available: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>. [Accessed 23 February 2016].
- [7] MildMania, "Darklings," [Online]. Available: <http://mildmania.com/darklings/>. [Accessed 20 July 2016].
- [8] Nitrome, "Magic Touch," [Online]. Available: <http://www.nitrome.com/games/magictouch/#.V5FyDLirhBd>. [Accessed 20 July 2016].

(Halaman Ini Sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 23 Mei 1994, merupakan anak keempat dari 5 bersaudara. Hobi yang dimiliki penulis antara lain bermain game dan bermain musik. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Al-Iklas (1997-1999), SD Negeri Kendangsari 2 Surabaya (2000-2006), SMP Negeri 12 Surabaya (2006-2009), SMA Negeri 5 Surabaya (2009-2012), dan mahasiswa S1 Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Surabaya rumpun mata kuliah Interaksi, Grafika, dan Seni. Penulis memiliki ketertarikan di bidang *game*. Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif mengikuti lomba-lomba berbasis Teknologi Informasi, diantaranya adalah MINI GEMASTIK 1.0 (2015) kategori pengembangan aplikasi permainan (Juara 1), GEMASTIK 8 2015 kategori pengembangan aplikasi permainan (Juara 2), Imagine Cup (2016) kategori *games* (finalis). Penulis dapat dihubungi melalui surel luthfisoehadak@yahoo.com.